

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-345480

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2001-101990

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD

(22)Date of filing : 30.03.2001

(72)Inventor : KAMIMURA TOSHIYA  
HIRANO ATSUO  
OTA KOICHI  
NAGASAKA NAOHISA

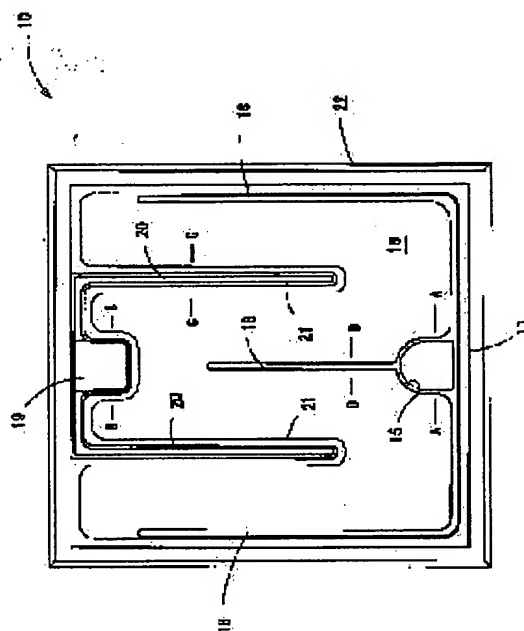
(30)Priority

Priority number : 2000096865 Priority date : 31.03.2000 Priority country : JP

## (54) III NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a large-sized light emitting element which can emit light uniformly.

SOLUTION: In this light emitting element having the outermost diameter of  $\geq 700 \mu\text{m}$ , the distance from an n-electrode to the p-electrode at the farthest point from the n-electrode is adjusted to  $\leq 500 \mu\text{m}$ .

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

## [Claim(s)]

[Claim 1] An III group nitride system compound semiconductor element characterized by what distance to a point of p electrode that a diameter of the outermost separated from n electrode most in an element 700 micrometers or more is in less than 500 micrometers.

[Claim 2] Said element is an III group nitride system compound semiconductor element according to claim 1 characterized by what it is a rectangle when it sees from a plane, and the length of the side of 1 is 500 micrometers or more.

[Claim 3] Said n electrode is an III group nitride system compound semiconductor element according to claim 1 or 2 characterized by what is extended to a part for a center section of said element when it comes to have n auxiliary electrode extended from n plinth electrode and these n plinth electrodes and these some n auxiliary electrodes [ at least ] look at said element from a plane.

[Claim 4] Said p electrode is an III group nitride system compound semiconductor element according to claim 1 to 3 characterized by what it has for p electrode which comes to have p auxiliary electrode extended from p plinth electrode and these p plinth electrodes.

[Claim 5] An III group nitride system compound semiconductor element according to claim 4 characterized by what is been in within the limits whose distance with a point of arbitration of said translucency electrode, said p plinth electrode, or said p auxiliary electrode is 0-1000 micrometers.

[Claim 6] An III group nitride system compound semiconductor according to claim 4 or 5 with which said n auxiliary electrode and said p auxiliary electrode are characterized by what is arranged pectinate.

[Claim 7] Said n auxiliary electrode and said p auxiliary electrode are an III group nitride system compound semiconductor element according to claim 4 to 6 characterized by what a portion arranged in parallel with mutual is included for.

[Claim 8] An III group nitride system compound semiconductor element according to claim 4 to 7 characterized by what two or more arrangement of said n plinth electrode is carried out, and is done for two or more arrangement of said p plinth electrode.

[Claim 9] An III group nitride system compound semiconductor element according to claim 1 to 8 characterized by what it has light emitting device structure or photo detector structure for.

[Claim 10] resistivity of a thickness  $\rho$ :n mold half conductor layer of a  $X \leq t/\rho$ , however a t:n mold half conductor layer with which a diameter of the outermost is satisfied of requirements for the following distance of X micrometers from a point of arbitration on p electrode to n electrode in an element 700 micrometers or more -- an III group nitride system compound semiconductor element characterized by things.

[Claim 11] An III group nitride system compound semiconductor element characterized by what is been the range whose distance to a point of p electrode which is most separated from n electrode in an element whose thickness of this n-type-semiconductor layer a diameter of the outermost is an element 700 micrometers or more, and resistivity of a n-type-semiconductor layer is 0.004 - 0.01 ohm-cm, and is 3-5 micrometers is 300-500 micrometers.

**THIS PAGE BLANK (USPTO,**

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to an III group nitride system compound semiconductor element. For example, it is invention suitable as amelioration of the electrode of III group nitride system compound semiconductor light emitting devices, such as blue system light emitting diode.

[0002]

[Description of the Prior Art] In III group nitride system compound semiconductor light emitting devices, such as blue system light emitting diode, in order to obtain uniform luminescence from the whole surface of an element, various proposals are made. For example, in JP,8-340131,A or JP,10-117017,A, p auxiliary electrode is prepared in the upper surface of p contact layer at a radial, and equalization of inrush current density to p contact layer is in drawing. Moreover, as shown, for example in JP,10-275934,A, there are some which stick a translucency electrode on the upper surface of p mold contact layer, and prepare p plinth electrode on it. In this example, p auxiliary electrode is installed along the side of an element from p plinth electrode. The example which prepared n auxiliary electrode along the side of an element from n plinth electrode formed in the corner of an element is indicated by JP,9-97922,A and JP,2000-22210,A.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] According to examination of this invention persons, high brightness was required and it turned out that it is desirable to enlarge the chip size of the light emitting diode to be used in the signal which uses the light emitting diode of the same color, gathering. It is because it will become easily [ the circuit design for distributing current to homogeneity ], and simple to each light emitting diode that the man-hour for assembly of light emitting diode becomes small, and serves as reduction of a manufacturing cost from the first if the use number is reduced by enlarging a chip size. this invention persons followed and came examination in piles that the chip size of a light emitting diode should be made large. consequently -- a degree -- it came to find out the technical problem.

[0004] Since resistance of n contact layer (layer in which n-electrode is formed) in light emitting diode is comparatively high, current does not fully spread to a portion far from n electrode, but luminescence in the portion concerned falls. On the other hand, in the portion near n-electrode, since strong luminescence is obtained, if it sees with the whole element, luminescence will serve as an ununiformity. When the conventional small element (300-400micrometer\*\*) was looked at from this point, in the portion left distantly [ electrode / n ], it was dark somewhat, but since it was the field where this portion is very small, the ununiformity of the luminescence concerned did not become a serious failure on parenchyma. When the chip size became large and it is going to secure the suitable current density poured into per unit luminescence area, the amount of current impressed to p plinth electrode must be enlarged. Although the current impressed to p plinth electrode will flow into a translucency electrode from this p plinth electrode, if the amount of current becomes large, a possibility burned between p plinth electrode and a translucency electrode (the translucency electrode of a joint can be burned off with the Joule's heat to generate) of generating will become high. The area of the interface of p plinth electrode and a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

translucency electrode is in one factor which determines the amount of current (the amount of allowable currents) which can be poured into p plinth electrode, and the more the area concerned is large, the more it is thought that the amount of allowable currents can be enlarged. Moreover, when the diameter of the outermost tends to secure the suitable current density for an effective luminescence side in a large-sized chip 700 micrometers or more, in the combination of one p plinth electrode and one n plinth electrode, there is \*\*\*\* which the fault that mold resin will be burned by pyrexia in the bonding wire section, or the bonding wire itself will be disconnected with heat produces.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention is made that at least one of the above-mentioned technical problems should be solved. Namely, an III group nitride system compound semiconductor element characterized by what distance to a point of p electrode that a diameter of the outermost separated from n electrode most in an element 700 micrometers or more is in less than 500 micrometers.

[0006] Thus, since a point of p electrode which is most separated from n electrode is in the above-mentioned distance according to the constituted III group nitride system compound semiconductor element, even if resistance of a n-type-semiconductor layer is high, an electron is fully poured in also to a portion of an element which is most separated from n electrode (current is spread). Consequently, the whole surface of an element emits light more equally. In addition, a radiant power output is saturated with a place where, as for relation between current density and a radiant power output of a light emitting device, current density exceeded a predetermined value. That is, even if it pours in current density beyond the predetermined value concerned, an increment in a radiant power output corresponding to it is not acquired. therefore, a high radiant power output -- and if it is going to attain high luminous efficiency, it is desirable to attain current density near the predetermined value concerned throughout an element. If distance of n electrode and p electrode is specified like this invention, the suitable current density concerned can be obtained throughout an element, and an element which had and was excellent in luminous efficiency can be offered.

[0007] In addition, in this specification, n electrode consists of n auxiliary electrodes extended n plinth electrode and from now on, and p electrode consists of p auxiliary electrodes extended from p plinth electrode and p plinth electrode. Moreover, when an element is regarded as a diameter of the outermost of an element from a plane, it is the length of the longest straight line which can be drawn on an element, and when an element is a rectangle, the length of the diagonal line serves as a diameter of the outermost. It is also the same as when an element is a rhombus. When elements are circular and a diameter of an ellipse, it is a straight line passing through a center. Thus, especially a configuration of an element is not limited. It is also possible to adopt an element configuration of polygons, such as a hexagon and an octagon, other than the above. A still more desirable maximum of distance between n electrode and p electrode which separated most from now on is 400 micrometers, and is 350 micrometers further still more preferably. As for this configuration, in the case of a rectangle chip, it is desirable that a length of one side is applied to a chip 500 micrometers or more (a diameter of the outermost 700 micrometers or more). Thus, there is \*\*\*\* which it becomes such a big field that a portion which becomes dark, without distance's separating from now on and obtaining sufficient current density with an n electrode configuration like before if a chip size becomes large cannot be admitted, and the field appears to a part for a center section of an element, and makes a luminescence mode unsuitable. Furthermore, in the case of a rectangle chip, a length of one side is 600 micrometers or more, and a length of one side is 700 micrometers or more further still more preferably, and it is 800 micrometers or more most preferably.

[0008] Thus, in order to store distance of a point of arbitration of p electrode, and n electrode within the limits of predetermined, on an aspect of affairs of 1 of this invention, a configuration which installs n auxiliary electrode from n plinth electrode to a part for a center section of an element is adopted. When n auxiliary electrode exists in a part for a center section of an element, distance to all corners of n auxiliary electrode and an element concerned becomes fixed. By this, a fall of a radiant power output in a corner can be prevented. When n electrode is

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

improved as mentioned above and homogeneity diffusion of current over a n-type semiconductor layer is secured, the next technical problem has newly emerged. When a chip size is expanded and distance from p plinth electrode or p auxiliary electrode becomes large, it becomes impossible to fully pour in current also in a type which sticks a translucency electrode on a p type semiconductor layer, and aims at diffusion of current to a p type semiconductor layer of a portion which it becomes impossible to have disregarded resistance of the translucency electrode itself which is a thin film, and is separated from p plinth electrode or p auxiliary electrode.

[0009] So, on an aspect of affairs of 1 of this invention, distance with a point of arbitration on a translucency electrode, p plinth electrode, or p auxiliary electrode was made into within the limits of 0-1000 micrometers. Thus, according to the constituted III group nitride system compound semiconductor element, since all points of a translucency electrode are in the above-mentioned distance from p plinth electrode or p auxiliary electrode, current is fully spread also to a portion of a translucency electrode which is most separated from p plinth electrode or p auxiliary electrode, and it is poured in in a p type semiconductor layer under it. Consequently, the whole surface of an element emits light equally substantially. A maximum of a still more desirable distance with a point of arbitration on a translucency electrode, p plinth electrode, or p auxiliary electrode is 500 micrometers, is 450 micrometers further still more preferably, is 400 micrometers further further still more preferably, and is 350 micrometers most preferably. As for this configuration, in the case of a rectangle chip, it is desirable that a length of one side is applied to a chip 500 micrometers or more (a diameter of the outermost 700 micrometers or more). Thus, there is \*\*\*\* which it becomes such a big field that a portion which becomes dark, without distance's separating from now on and obtaining sufficient current density with a p electrode configuration like before if a chip size becomes large cannot be disregarded, and the portion appears in the center of an element, and makes a luminescence mode unsuitable. Furthermore, in the case of a rectangle chip, a length of one side is 600 micrometers or more, and a length of one side is 700 micrometers or more further still more preferably, and it is 800 micrometers or more most preferably.

[0010] Thus, in order to store distance with a point of arbitration on a translucency electrode, p plinth electrode, or p auxiliary electrode within the limits of predetermined, on an aspect of affairs of 1 of this invention, a configuration which installs p auxiliary electrode from p plinth electrode to a part for a center section of a translucency electrode is adopted. When p auxiliary electrode exists in a part for a center section of a translucency electrode, distance to all corners of p auxiliary electrode and a translucency electrode concerned becomes fixed. By this, a fall of a radiant power output in a corner can be prevented.

[0011] In an III group nitride system compound semiconductor element equipped with both n electrodes and p electrodes of the above-mentioned configuration, when an element is seen from a plane, it is desirable that n auxiliary electrode and p auxiliary electrode are arranged pectinate. An element is that (light is not emitted in a light emitting device) which does not operate, and can arrange a part for the non-right hand side concerned by symmetry thru/or regular pattern in an element by arranging these to pectinate in a portion with n auxiliary electrode and p auxiliary electrode. Therefore, use of an element becomes easy. In the case of a light emitting device, it ejection-comes to be easy of light to the exterior to homogeneity.

[0012] In an III group nitride system compound semiconductor element equipped with both n electrodes and p electrodes of the above-mentioned configuration, when an element is seen from a plane, it is desirable that a portion by which n auxiliary electrode and p auxiliary electrode are arranged in parallel with mutual is included. An element is that (light is not emitted in a light emitting device) which does not operate, and can arrange a part for the non-right hand side concerned by symmetry thru/or regular pattern in an element by arranging an parallel portion in a portion with n auxiliary electrode and p auxiliary electrode. Therefore, use of an element becomes easy. In the case of a light emitting device, it ejection-comes to be easy of light to the exterior to homogeneity.

[0013] If a chip size becomes large, since power consumption by element will become large, current impressed to a plinth electrode becomes large. A problem that mold resin will be burned

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

by pyrexia in the bonding wire section as the number of plinth electrodes is one the p and n side like before, respectively, or the bonding wire itself will be disconnected with heat may arise. So, on other aspects of affairs of this invention, we decided to prepare two or more p plinth electrodes and n plinth electrodes, respectively. Thereby, the above-mentioned problem is solved. In the case of a rectangle chip, a length of one side of a chip size with desirable preparing two or more p plinth electrodes and n plinth electrodes is a thing 500 micrometers or more (a diameter of the outermost 700 micrometers or more). Furthermore, a length of one side is 600 micrometers or more, and a length of one side is 700 micrometers or more further still more preferably, and it is 800 micrometers or more most preferably.

[0014] When a chip size of a light emitting device is enlarged and the power consumption increases, in addition to the above-mentioned technical problem, there is a problem of sticking between p plinth electrode and a translucency electrode. Therefore, it is desirable to carry out p auxiliary electrode from p plinth electrode. By having p auxiliary electrode, area sufficient between p plinth electrode and p auxiliary electrode, and a translucency electrode is obtained, it has and generating of printing is prevented. The amount of current (the amount of allowable currents) which can be impressed to p plinth electrode will increase by this, and the amount of current required in order to make the whole surface of an element emit light can secure enough.

[0015] Hereafter, about each element which constitutes this invention, an III group nitride system compound semiconductor light emitting device is taken for an example, and is explained to details. n electrode is formed in n contact layer which etched a semiconductor layer and was expressed. Although the quality of the material can be chosen as arbitration if ohmic contact is obtained between III group nitride system compound semiconductors of n mold, it is desirable to adopt aluminium alloys, such as a vanadium aluminium alloy. Although a configuration of n electrode is also arbitrary, in order to store distance from a point of arbitration of p electrode to n electrode within fixed limits according to one aspect of affairs of this invention, combination of n plinth electrode and n auxiliary electrode installed from now on is suitable. n plinth electrode - one side of an element - it may arrange in the center mostly or you may arrange to a corner of an element. As for n auxiliary electrode, it is desirable to have a portion extended from n plinth electrode to a part for a center section of an element.

[0016] n auxiliary electrode is the same material as n plinth electrode, and forming by same method (the same mask) is desirable from a standpoint of man day reduction. In this case, n auxiliary electrode and n plinth electrode serve as the same thickness. n auxiliary electrode and n plinth electrode can also be formed separately. In this case, the quality of the material and thickness of n auxiliary electrode can also be changed with it of n plinth electrode. If it has sufficient area in order to carry out bonding of the n plinth electrode by method of common knowledge of a conductive wire, especially the configuration will not be limited. Since n auxiliary electrode is formed in a portion which removed a semiconductor layer, it is desirable to narrow the width of face from a standpoint which maximum-izes area of an effective semiconductor layer. For width of face of n auxiliary electrode, it is this better \*\* to be referred to as 1-40 micrometers. Furthermore, it is 2-30 micrometers preferably, is 3-25 micrometers further still more preferably, is 3-20 micrometers further further still more preferably, and is 5-15 micrometers most preferably.

[0017] Although especially a formation material of a translucency electrode is not limited, it carries out the laminating of the Au layer one by one as Co layer and the 2nd electrode layer as the 1st electrode layer from the bottom, for example. A configuration element of the 1st electrode layer is an element with ionization potential lower than a configuration element of the 2nd electrode layer, and it is [ a configuration element of the 2nd electrode layer ] desirable for ohmic nature to a semiconductor to consider as an element better than a configuration element of the 1st electrode layer. Although heat treatment is performed also to this electrode layer in order to form p mold contact layer and an alloy, element distribution of the depth direction turns into distribution which a direction of a configuration element of the 2nd electrode layer permeated more deeply than a configuration element of the 1st electrode layer from the surface of a semiconductor by that heat treatment. That is, element distribution of an electrode layer is reversed to distribution at the time of formation of an electrode layer. After formation of an

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



electrode layer, a direction of a configuration element of the 2nd electrode layer formed in the bottom turns down, and a direction of a configuration element of the 1st electrode layer formed in the bottom exists in the bottom. Desirably, a configuration element of the 1st electrode layer is a kind of element at least among nickel (nickel), cobalt (Co), iron (Fe), copper (Cu), chromium (Cr), a tantalum (Ta), vanadium (V), manganese (Mn), aluminum (aluminum), and silver (Ag), and the thickness may be 0.5–15nm. Configuration elements of the 2nd electrode layer are at least one sort of elements among palladium (Pd), gold (Au), iridium (Ir), and platinum (Pt), and the thickness may be 3.5–25nm. Most desirably, a configuration element of the 1st electrode layer is Co, and a configuration element of the 2nd electrode layer is Au. In this case, element distribution of the surface of a semiconductor to the depth direction turns into distribution which Au permeated deeply from Co by heat treatment.

[0018] Although especially a formation material of p plinth electrode is not limited, either, it considers as structure which carries out the laminating of the aluminum layer one by one as Au layer and the 3rd metal layer as V layers and the 2nd metal layer as the 1st metal layer from the bottom, for example. Let the 1st metal layer be an element with ionization potential lower than the 2nd metal layer so that it can join together as firmly as a layer under it. The 2nd metal layer has good bonding nature with aluminum or Au, and it uses it as a translucency electrode and an element which does not react. As for the 3rd metal layer, it is desirable to consider as an element firmly combinable with a protective coat. Desirably, a configuration element of the 1st metal layer is a kind of element at least among nickel (nickel), iron (Fe), copper (Cu), chromium (Cr), a tantalum (Ta), vanadium (V), manganese (Mn), and cobalt (Co), and the thickness is 1–300nm. Desirably, a configuration element of the 3rd metal layer is a kind of element at least among aluminum (aluminum), nickel (nickel), and titanium (Ti), and the thickness is 1–30nm. Desirably, a configuration element of the 2nd metal layer is gold (Au), and the thickness is 0.3–3 micrometers.

[0019] p auxiliary electrode is the same material as p plinth electrode, and forming by same method (the same mask) is desirable from a standpoint of man day reduction. In this case, p auxiliary electrode and p plinth electrode serve as the same thickness. p auxiliary electrode and p plinth electrode can also be formed separately. In this case, the quality of the material and thickness of p auxiliary electrode can also be changed with it of p plinth electrode. If it has sufficient area in order to carry out bonding of the p plinth electrode by method of common knowledge of a conductive wire, especially the configuration will not be limited. For localization at the time of bonding, it is desirable to adopt a different configuration from n plinth electrode as a p plinth electrode. Since p auxiliary electrode covers light, it is desirable to narrow the width of face. For width of face of p auxiliary electrode, it is this better \*\* to be referred to as 1–40 micrometers. Furthermore, it is 2–30 micrometers preferably, is 3–25 micrometers further still more preferably, is 3–20 micrometers further further still more preferably, and is 5–15 micrometers most preferably. It is desirable to prepare irregularity in the perimeter of p plinth electrode and/or p auxiliary electrode, and to increase a touch area between translucency electrodes. As for a peripheral surface of p plinth electrode, inclining is desirable. It becomes possible to form mostly protective coats (SiO<sub>2</sub> film etc.) formed in the surface of a plinth electrode and a translucency electrode as layout thickness also at the taper-like section concerned by what a peripheral surface of a plinth electrode is made into the shape of a taper for.

[0020] In order to store distance from a point of arbitration of a translucency electrode to p plinth electrode or p auxiliary electrode within fixed limits, combination of p plinth electrode and p auxiliary electrode installed from now on is suitable. p plinth electrode -- one side of an element -- it may arrange in the center mostly or you may arrange to a corner of an element. As for p auxiliary electrode, it is desirable to form in pectinate to n auxiliary electrode. When an element is regarded as pectinate from a plane here, the condition that p auxiliary electrode and n auxiliary electrode are arranged alternately is said. Moreover, as for p auxiliary electrode, it is desirable to have a portion arranged in parallel to n auxiliary electrode.

[0021] As for heat treatment for alloying a translucency electrode, p plinth electrode, and p auxiliary electrode, it is desirable to carry out into gas containing oxygen. At this time, at least

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

one sort or these mixed gas of O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, or H<sub>2</sub>O can be used as gas containing oxygen. Or mixed gas of mixed gas of mixed gas of at least one sort and inert gas of O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, or H<sub>2</sub>O or O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub> and NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, or H<sub>2</sub>O and inert gas can be used. Gas which contains oxygen in short means gas of a molecule which has an oxygen atom and an oxygen atom. A pressure of an ambient atmosphere at the time of heat treatment should just be more than a pressure that a gallium nitride system compound semiconductor does not pyrolyze in heat treatment temperature. Gas containing oxygen makes all gas a pressure more than decomposition pressure of a gallium nitride system compound semiconductor, when it uses in the condition of having mixed with other inert gas what is necessary being just to introduce by pressure more than decomposition pressure of a gallium nitride system compound semiconductor when only O<sub>2</sub> gas is used, and if O<sub>2</sub> gas has a 10 to 6 or more—about rate to all gas, it is enough. In short, gas containing oxygen is enough if ultralow volume existence is recognized. In addition, especially a upper limit of the amount of installation of gas containing oxygen is not restricted from the property of reduction in p type resistance, and electrode alloying. In short, it can be used to a range which can manufacture. About heat treatment, it is 500–600 degrees C most desirably. p mold gallium nitride system compound semiconductor of low resistance with which resistivity was completely saturated with temperature of 500 degrees C or more can be obtained. Moreover, in temperature of 600 degrees C or less, alloying processing of an electrode can be performed good. Moreover, a desirable temperature requirement is 450–650 degrees C. Please refer to JP,9–320984,A and JP,10–209493,A about a formation material and heat treatment conditions of p plinth electrode, p auxiliary electrode, and a translucency electrode.

[0022] In this specification, an III group nitride system compound semiconductor is expressed with  $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ ) as a general formula, and includes the so-called 3 yuan system of the so-called 2 yuan system of AlN, GaN, and InN,  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ,  $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{N}$ , and  $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{N}$  (it sets above and is  $0 < x < 1$ ). Boron (B), a thallium (Tl), etc. may replace some III group elements, and Lynn (P), an arsenic (As), antimony (Sb), a bismuth (Bi), etc. can replace some nitrogen (N). An III group nitride system compound semiconductor layer may contain a dopant of arbitration. Si, germanium, Se, Te, C, etc. can be used as an n mold impurity. As a p mold impurity, Mg, Zn, Be, calcium, Sr, Ba, etc. can be used. In addition, after doping p mold impurity, it is also possible to expose an III group nitride system compound semiconductor to electron beam irradiation, a plasma exposure, or heating at a furnace. Although especially a formation method of an III group nitride system compound semiconductor layer is not limited, it can be formed by a molecular-beam crystal growth method (MBE law) of common knowledge besides metal-organic chemical vapor deposition (MOCVD law), halide vapor growth (HVPE law), spatter, the ion plating method, a cascade shower method, etc. Electron devices, such as a microwave element, can be mentioned to an III group nitride system compound semiconductor element here at unipolar element lists, such as bipolar elements, such as a rectifier besides light corpuscle children, such as light emitting diode, light-receiving diode, a laser diode, and a solar battery, a thyristor, and a transistor, and FET. Moreover, this invention is applied also to a layered product as intermediate field of these elements. In addition, as a configuration of a light emitting device, a thing of terrorism structure can be used to gay structure, hetero structure, or double with MIS cementation, and PIN junction and pn junction. Quantum well structure (single quantum well structure or multiplex quantum well structure) is also employable as a luminous layer.

[0023]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained. An example is light emitting diode 10 and shows the configuration to drawing 1. In addition, drawing 1 is drawing for explaining the configuration of a layer, and reflects correctly neither the thickness of each class, nor the proportion of width of face.

[0024]

Layer : Presentation: Dopant (thickness)

Protective coat 14 : SiO<sub>2</sub> (0.3 micrometers) Translucency electrode 6 : Au(6nm)/Co(1.5nm) p mold cladding layer 5 : p-GaN:Mg (0.3 micrometers)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Luminous layer 4 : Superstructure Quantum well layer :  $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$  (3.5nm) Barrier layer : GaN (3.5nm)

The number of repeats of a quantum-well layer and a barrier layer: 1-10n mold cladding layer 3 : n-GaN:Si (4 micrometers)

AlN buffer layer 2 : AlN (60nm)

Substrate 1 : Sapphire (a-th page) (300 micrometers)

[0025] n mold cladding layer 3 can be made into the two-layer structure which consists of a low concentration-of-electrons n-layer by the side of a luminous layer 4, and a high concentration-of-electrons  $n^+$  layer by the side of a buffer layer 2. The latter is called n mold contact layer. A luminous layer 4 is not limited to the thing of a superstructure. As a configuration of a light emitting device, a terrorism mold can be used to a single and the thing of a terrorism mold and a gay assembling die etc. can be used to double. The large III group nitride system compound semiconductor layer of the band gap which doped acceptors, such as magnesium, can also be made to intervene between a luminous layer 4 and p mold cladding layer 5. This is for preventing that the electron poured in into the luminous layer 4 is spread in p mold cladding layer 5. p mold cladding layer 5 can be made into the two-layer structure which consists of a low hole concentration p-layer by the side of a luminous layer 4, and a high hole concentration  $p^+$  layer by the side of an electrode. The latter is called p mold contact layer. In the light emitting diode of the above-mentioned configuration, each III group nitride system compound semiconductor layer performs and forms MOCVD on general conditions.

[0026] Next, a mask is formed, reactive ion etching removes a part of p mold cladding layer 5, barrier layer 4, and n mold cladding layer 3, and n electrode forming face 11 which should form the n electrode 9 is made to express.

[0027] All over a wafer, the laminating of Co layer (1.5nm) and the Au layer (60nm) is carried out one by one with vacuum evaporatio equipment. Next, a photoresist is applied uniformly, by the photolithography, a photoresist is removed from n electrode forming face 11 and its perimeter in the portion (path clearance field 13) of about 10-micrometer width of face, etching removes the translucency electrode formation material of the portion, and a semiconductor layer is exposed. Then, a photoresist is removed. Next, by the lift-off method, the sequential vacuum evaporatio laminating of V layers (17.5nm), Au layer (1.5 micrometers), and the aluminum layer (10nm) is carried out, and it considers as p plinth electrode 7 and the p auxiliary electrode 7 (p electrode 7). The n electrode 9 which consists of vanadium and aluminum is similarly formed by the lift-off method.

[0028] The sample obtained as mentioned above is paid to a heating furnace, the inside of a furnace is exhausted to 1Pa or less, and  $\text{O}_2$  is supplied to about tenPa after that. and the condition -- the temperature of a furnace -- 550 degrees C -- setting up -- a 4-minute about room -- it heat-treats. Thereby, while each material is alloyed, the translucency electrode 6, p plinth electrode, and p auxiliary electrode combine both, and it becomes p electrode. According to examination of this invention persons, in directly under [ of p plinth electrode and p auxiliary electrode ], current is hardly poured in to p mold cladding layer. Since population inversion which was mentioned above in the Au/Co vacuum evaporatio layer which constitutes a translucency electrode in directly under [ of p plinth electrode and p auxiliary electrode ] does not arise, this is expected to be because for contact resistance to be comparatively high. Therefore, the interface of the peripheral surface of p plinth electrode and p auxiliary electrode and the translucency electrode 6 turns into both effective electrical installation side. That is, from the peripheral surface of p plinth electrode and p auxiliary electrode, the current impressed to p plinth electrode flows to a translucency electrode, is diffused on the whole surface here, and is poured in equally on the whole surface of a p type semiconductor layer. the field list which gives wire bonding on p plinth electrode etc. -- except for n electrode upper surface and its periphery section -- almost -- the whole surface -- applying -- insulation -- and the protective coats 14 of translucency (silicon oxide, silicon nitride, titanium oxide, aluminum oxide, etc.) are covered. A spatter or a CVD method is employable as the formation method of a protective coat 14.

[0029] Thus, an example of the electrode disposition of the obtained light emitting device 10 was shown in drawing 2 - drawing 11 . In drawing 2 , in a sign 16, a translucency electrode and a sign

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

17 show p plinth electrode, and a sign 18 shows p auxiliary electrode. The p auxiliary electrode 18 is formed in one with p plinth electrode 17. p plinth electrode 17 is arranged in the center of the side of 1, and the p auxiliary electrode 18 is a upward easy configuration centering on this p plinth electrode 17. A sign 15 is sacrifice Rhine of a protective coat. the side where, as for n plinth electrode 19, p plinth electrode 17 counters -- it is mostly formed in the center. The n auxiliary electrode 20 is formed in one with n plinth electrode 19. The n auxiliary electrode 20 is a downward KO typeface-like centering on n plinth electrode, and the n auxiliary electrode 20 is arranged in parallel with the p auxiliary electrode 18 pectinate. It is the substrate material side which expressed the sign 21 to n electrode forming face, and expressed the sign 22 for dicing. In drawing 7, the slash has shown the protective coat 24. This element is a square whose length of one side is 1000 micrometers.

[0030] The example of electrode disposition of other light emitting devices 23 was shown in drawing 12 - drawing 20. In drawing 12, in a sign 26, a translucency electrode and a sign 27 show p plinth electrode, and a sign 28 shows p auxiliary electrode. The p auxiliary electrode 28 is formed in one with p plinth electrode 27. p plinth electrode 27 is arranged in the center of the side of 1, and the p auxiliary electrode 28 is a upward KO typeface-like centering on this p plinth electrode 27. A sign 25 is sacrifice Rhine of a protective coat. the side where, as for n plinth electrode 29, p plinth electrode 27 counters -- it is mostly formed in the center. The n auxiliary electrode 30 is formed in one with n plinth electrode 29. The n auxiliary electrode 30 has extended towards p plinth electrode 27 from n plinth electrode. It is the substrate material side which expressed the sign 31 to n electrode forming face, and expressed the sign 32 for dicing. In drawing 17, the slash has shown the protective coat 34. This element is a square whose length of one side is 600 micrometers.

[0031] The example of electrode disposition of other light emitting devices 33 was shown in drawing 21 - drawing 30. In drawing 21, in a sign 36, a translucency electrode and a sign 37 show p plinth electrode, and a sign 38 shows p auxiliary electrode. The p auxiliary electrode 38 is formed in one with p plinth electrode 37. p plinth electrode 37 is arranged to the both ends of the side of 1, respectively, and the p auxiliary electrode 38 is a upward easy configuration. A sign 35 is sacrifice Rhine of a protective coat. n plinth electrode 39 is formed in the side where p plinth electrode 37 counters. The n auxiliary electrode 40 is formed in one with n plinth electrode 39. The n auxiliary electrode 40 is a downward KO typeface-like, and n plinth electrode 39 is arranged at the root portion of the n auxiliary electrode 40. The n auxiliary electrode 40 is arranged in parallel with the p auxiliary electrode 38 pectinate. It is the substrate material side which expressed the sign 41 to n electrode forming face, and expressed the sign 42 for dicing. In drawing 26, the slash has shown the protective coat 34. This element is a square whose length of one side is 1000 micrometers.

[0032] The example of electrode disposition of other light emitting devices 43 was shown in drawing 31. In drawing 31, in a sign 46, a translucency electrode and a sign 47 show p plinth electrode, and a sign 48 shows p auxiliary electrode. The p auxiliary electrode 48 is formed in one with p plinth electrode 47. p plinth electrode 47 is arranged at the corner which counters, and from the p plinth each electrodes 47 and 47, the p auxiliary electrode 48 meets the surface and the left-hand side side of the element in drawing, and is formed. A sign 45 is sacrifice Rhine of a protective coat. n plinth electrode 49 is formed in one corner of an element. The n auxiliary electrode 50 is formed in one with n plinth electrode 49. The n auxiliary electrode 50 was formed towards a part for the center section of an element from n plinth electrode 49, and is extended to near the corner which counters. It is the substrate material side which expressed the sign 51 to n electrode forming face, and expressed the sign 52 for dicing. This element is a square whose length of one side is 800 micrometers.

[0033] The deformation mode of drawing 31 was shown in drawing 32. With the element 43-1 of drawing 32, a branch 50-2 and 50-3 are formed in the n auxiliary electrode 50-1. Each branch 50-2 and 50-3 are extended towards p plinth electrodes 47 and 47, respectively. In drawing 32, the same sign is given to the same element as drawing 31, and the explanation is omitted.

[0034] The example of electrode disposition of other light emitting devices 53 was shown in drawing 33. In drawing 33, in a sign 56, a translucency electrode and a sign 57 show p plinth

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



electrode, and a sign 58 shows p auxiliary electrode. The p auxiliary electrode 58 is formed in one with p plinth electrode 57. p plinth electrode 57 is arranged at the corner which counters, and from the p plinth each electrodes 47 and 47, the p auxiliary electrode 58 meets the surface and the lower side of the element in drawing, and is formed. A sign 55 is sacrifice Rhine of a protective coat. n plinth electrode 59 is formed in a part for the center section of an element. The n auxiliary electrode 60 is formed in one with n plinth electrode 59. The n auxiliary electrode 60 was formed in parallel with the p auxiliary electrode 58 from n plinth electrode 59, and is extended to near the edge of an element. It is the substrate material side which expressed the sign 61 to n electrode forming face, and expressed the sign 62 for dicing. This element is a square whose length of one side is 800 micrometers.

[0035] The example of electrode disposition of other light emitting devices 63 was shown in drawing 34. In drawing 34, a sign 66 shows a translucency electrode and a sign 67 shows p plinth electrode. p auxiliary electrode is omitted in this example. p plinth electrode 67 is arranged at the corner which counters. A sign 55 is sacrifice Rhine of a protective coat. n plinth electrode 69 is formed in a part for the center section of an element. The n auxiliary electrode 70 is formed in one with n plinth electrode 69. The n auxiliary electrode 70 is extended towards the corner of an element without n plinth electrode 69 to p plinth electrode. It is the substrate material side which expressed the sign 71 to n electrode forming face, and expressed the sign 72 for dicing. This element is a square whose length of one side is 800 micrometers.

[0036] Other examples of electrode disposition of a light emitting device are shown in drawing 35 - drawing 52. In these examples of drawing, only p electrode and n electrode (the slash has shown) are shown for the simplification of explanation. also in the example of drawing of drawing 35 - drawing 52, the example of drawing before drawing 34 explained -- as -- a translucency electrode -- a p type semiconductor layer -- it is mostly stuck on the whole surface and p electrode is formed on the translucency electrode concerned. Illustration of n electrode forming face or a protective coat is omitted, and these as well as a former example are formed.

Moreover, in the following explanation, the physical relationship (four directions) of an element is specified [ sake / only / on the convenience of explanation ] on the basis of a drawing. A length of one side of the light emitting device of these examples is also 500 micrometers or more.

[0037] In the example of drawing 35, it is formed in the corner which the element of p plinth electrodes 81 and 81 suits, and counters, and it meets the side side from these p plinth electrodes 81 and 81, respectively, and the p auxiliary electrodes 82 and 82 are formed. n plinth electrodes 85 and 85 are formed in the remaining corners in an element which suit and counter, and the n auxiliary electrodes 86 and 86 are formed along the surface and the lower side from these n plinth electrodes 85 and 85.

[0038] In the example of drawing 36, p plinth electrode 91 is formed in one corner of an element, and the 1st p auxiliary electrode 92 which met the left part and the lower side of an element from this p plinth electrode 91, and the 2nd p auxiliary electrode 93 in alignment with the surface are formed. n plinth electrode 95 -- the right-hand side -- it is mostly arranged in the center and the n auxiliary electrode 96 is installed from there to a part for the center section of an element.

[0039] In the example of drawing 37, p plinth electrodes 101 and 101 are formed in two corners on an element, and the p auxiliary electrodes 102 and 102 which bent in the shape of \*\*\*\* from the p plinth each electrodes 101 and 101 are installed. n plinth electrode 105 was formed in two lower corners, there was along the side on either side from n plinth each electrodes 105, and the 1st auxiliary electrode 106 and 106 has severed and gone up it. The 2nd auxiliary electrode 107 is a reverse T typeface, and has reached from the lower side to the surface through the center of an element. The portion which leaves and goes up from the center of the lower side becomes parallel to the p auxiliary electrodes 102 and 102.

[0040] In the example of drawing 38, p plinth electrode 111 was formed in the center section of the element, and the p auxiliary electrodes 112 and 112 are extended on the diagonal line of 1 after this. n plinth electrodes 115 and 115 are formed in the corner which an element suits and counters. The n auxiliary electrodes 116 and 116 are met and formed around the element so that these two n plinth electrodes 115 and 115 may be connected.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0041] In the example of drawing 39 , p plinth electrode 121 was formed a little in the Chuo bottom of left part, and, as for lower, the 1st p auxiliary electrode 122 is prolonged the lower side along with left part after this. The 2nd p auxiliary electrode 123 is prolonged having used the angle of nip to the lower side as about 30 degrees from the lower left corner. n plinth electrode 125 was formed a little in the Chuo bottom of the right-hand side, the 1st n auxiliary electrode 126 left along with the right-hand side after this, and it has extended in the stage fright surface. The 2nd p auxiliary electrode 127 is prolonged having used the angle of nip to the surface as about 30 degrees from the upper right corner.

[0042] In the example of drawing 40 , p plinth electrode 131 was formed in the center of abbreviation of left part, the 1st p auxiliary electrode 132 left along with left part after this, and it has extended in the riser surface. The 2nd p auxiliary electrode 133 is prolonged a little at the right angle towards the bottom from right-hand side from the center of the surface. n plinth electrode 135 was formed in the center of abbreviation of the right-hand side, and from now on, the 1st n auxiliary electrode 136 met the right-hand side, and it fell, and has extended the lower side. The 2nd n auxiliary electrode 137 is prolonged a little at the right angle towards the top from left-hand side from the center of the lower side.

[0043] In the example of drawing 41 , p plinth electrode 141 was formed in the lower left angle, and the 1st p auxiliary electrode 142 is prolonged on the diagonal line after this. In a part for the center section of an element, the 2nd p auxiliary electrode 143 and 143 is perpendicularly prolonged from the 1st p auxiliary electrode 142. n plinth electrode 145 was formed in the upper right corner of an element, and the 1st n auxiliary electrode 146 and 146 is prolonged in the surface and the right-hand side after this.

[0044] p plinth electrode 151 forms in the lower left corner of an element in the example of drawing 42 -- having -- future -- the 1st p auxiliary electrode 152 -- left part -- meeting -- leaving -- a riser and also the surface -- meeting -- being extended -- Chuo of the surface -- it has extended below at the right angle from the S twist a little. n plinth electrode 155 is formed in the upper right corner of an element -- having -- future -- the 1st n auxiliary electrode 156 -- the right-hand side -- meeting -- falling -- further -- the lower side -- meeting -- extending -- lower side Chuo -- it has extended upwards at the right angle from the Z twist a little.

[0045] In the example of drawing 43 , p plinth electrode 161 was formed in the upper left hand corner of an element, and the 1st p auxiliary electrode 162 is prolonged throughout the surface, the right-hand side, and left part after this. n plinth electrode 165 -- an element -- it was mostly formed in the center and the 1st n auxiliary electrode 166,166,166,166 is prolonged on the diagonal line after this.

[0046] In the example of drawing 44 , p plinth electrode 171 was formed in the upper left hand corner of an element, and the 1st p auxiliary electrode 172,172 is prolonged in each of the surface and left part after this. n plinth electrode 175 was formed in the lower right angle of an element, the 1st n auxiliary electrode 176 and 176 was prolonged the right-hand side and the lower side after this, and the 2nd n auxiliary electrode 177 is further prolonged on the diagonal line.

[0047] In the example of drawing 45 , p plinth electrodes 181 and 181 were formed in the lower left angle and upper right corner of an element, and the 1st p auxiliary electrode 182, 182, 182, and 182 is prolonged along each side from the p plinth each electrodes 181 and 181. n plinth electrode 185,185 is formed in the lower right angle and the upper left hand corner of an element, and the 1st n auxiliary electrode 186 is formed so that these may be connected.

[0048] In the example of drawing 46 , p plinth electrodes 191 and 191 are formed in surface both ends, the surface is met and the 1st p auxiliary electrode 192 is formed so that these may be connected. It turns caudad from the center of the 1st p auxiliary electrode 192, and the 2nd p auxiliary electrode 193 is installed by the right angle. n plinth electrode 195,195 is formed in the both ends of the lower side. The 1st n auxiliary electrode 196,196 has met, left and gone up from n plinth each electrodes 195,195 to right-and-left both sides.

[0049] In the example of drawing 47 , p plinth electrode 201 is formed in the upper left hand corner of an element, and 1st p auxiliary electrode is formed throughout the periphery after this. n plinth electrode 205 -- an element -- it is mostly formed in the center.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0050] p plinth electrode 211,211 is formed in the lower left angle and upper right corner of an element in the example of drawing 48 . The 1st p auxiliary electrode 212, 212, 212, and 212 is prolonged along each side from p plinth each electrodes 211,211. As for n plinth electrode 215, the 1st n auxiliary electrode 216,216 is installed in the direction of the diagonal line of an element which is mostly formed in the center and does not have p plinth electrode after this.

[0051] In the example of drawing 49 , p plinth electrode 221 was formed in the upper left hand corner of an element, the 1st p auxiliary electrode 222 was prolonged along with left part after this, and the surface is met and it is extended, and a little, from right-hand side, the 2nd p auxiliary electrode 223 went caudad, and is perpendicularly prolonged from the center of the surface. It was formed in the lower right angle of an element, and the 1st n auxiliary electrode 226 was prolonged along with the right-hand side after this, the 2nd n auxiliary electrode 227 was prolonged along the lower side, and n plinth electrode 225 is prolonged a little at the right angle toward the upper part from left-hand side from the center of the lower side.

[0052] the example of drawing 50 -- p plinth electrode 231 -- the lower side -- it was mostly formed in the center, the 1st p auxiliary electrode 232 met the lower side after this, mileage and also the right-hand side were met to right-hand side, and it has extended to the up side. Moreover, the 2nd p auxiliary electrode 233 was prolonged on left-hand side for a while from p plinth electrode 231, and is further prolonged at the right angle upwards from there. n plinth electrode 235 -- the lower side -- it was mostly formed in the center, the 1st n auxiliary electrode 236 met the surface after this, mileage and also left part were met to left-hand side, and it has extended to the down side. Moreover, the 2nd n auxiliary electrode 237 was prolonged on right-hand side for a while from n plinth electrode 235, and is further prolonged from there at the right angle to the lower part.

[0053] The element of the example of drawing 51 is a plane view rectangle. From the center of the lower side, it was formed a little in left-hand side, the 1st p auxiliary electrode 242 met the lower side after this, and p plinth electrode 241 met mileage and also the right-hand side to right-hand side, and is prolonged to the up side. Moreover, the 2nd p auxiliary electrode 243 was prolonged on left-hand side for a while from p plinth electrode 241, and is further prolonged at the right angle upwards from there. From the center of the surface, it was formed a little in right-hand side, the 1st n auxiliary electrode 246 met the surface after this, and n plinth electrode 245 met mileage and also left part to left-hand side, and is prolonged to the down side. The 2nd n auxiliary electrode 247 is prolonged from the 1st auxiliary electrode 246 at the right angle to the lower part. The 3rd n auxiliary electrode 248 is extended a little on right-hand side in n plinth electrode 245, and is further installed by the right angle below.

[0054] p plinth electrode 251 is formed in the lower right angle of an element, and in the example of drawing 52 , the 1st p auxiliary electrode 252 and 252 is prolonged for a while along the right-hand side and the lower side, and it is further installed in the diagonal line and parallel in it after this at the upper left side. n plinth electrode 255 is formed in the upper left hand corner of an element, and the 1st n auxiliary electrode 256 and 256 is formed along with the surface and left part after this. Moreover, the 2nd n auxiliary electrode 257 is prolonged on the diagonal line from n plinth electrode 255, and is arranged in parallel p auxiliary electrode and pectinate.

[0055] The example of electrode disposition of other light emitting devices 303 was shown in drawing 53 . In drawing 53 , in a sign 306, a translucency electrode and a sign 307 show p plinth electrode, and a sign 308 shows p auxiliary electrode. The p auxiliary electrode 308 is formed in one with p plinth electrode 307. p plinth electrode 307 -- the bottom side of illustration -- it is mostly arranged in the center, and from the both sides of p plinth electrode 307, the p auxiliary electrode 308 meets the lower side, and is formed. n plinth electrode 309 -- the surface -- it is mostly formed in the center and the n auxiliary electrode 310 is formed in one with n plinth electrode 309. The n auxiliary electrode 310 was formed in the shape of a C typeface towards a part for the center section of an element from n plinth electrode 309, and the opening has countered p plinth electrode 307. It is the substrate material side which expressed the sign 311 to n electrode forming face, and expressed the sign 312 for dicing. This element is a square whose length of one side is 1000 micrometers.

[0056] The deformation mode of drawing 53 was shown in drawing 54 . With the element 303-1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

of drawing 54 , the n auxiliary electrode 320 of the shape of a C typeface crushed compared with the thing of drawing 53 is adopted. A sign 321 is n electrode forming face. In drawing 54 , the same sign is given to the same element as drawing 53 , and the explanation is omitted.

[0057] The example of electrode disposition of other light emitting devices 323 was shown in drawing 55 . In drawing 55 , the same sign is given to the same element as drawing 53 , and the explanation is omitted. In this light emitting device 323, the 2nd p auxiliary electrode 325 is mostly arranged in the center, and the 3rd and 4th auxiliary electrodes 326 and 327 are formed in the 1st auxiliary electrode 308 and the corner which counters. The auxiliary electrodes 325, 326, and 327 of the 2nd, and 3 and 3 are separated from p plinth electrode 307. The potential of the auxiliary electrodes 325, 326, and 327 of the 2nd, and 3 and 4 is prescribed by the potential of the portion nearest to p plinth electrode 307 and the 1st p auxiliary electrode 308 in each, and each serves as the same potential in the whole region. Therefore, the same potential region which the 2nd p auxiliary electrode 325 gives substantially to the equal distance to the inside of the C typeface-like n auxiliary electrode 310 will exist, and the current distribution within the n auxiliary electrode 310 becomes homogeneity more. moreover -- if the 3rd and 4th p auxiliary electrodes 326 and 327 are seen -- p plinth electrode 307-- the opposite side (it is the surface in drawing) used as the most distant location from the 1st p auxiliary electrode 308 -- receiving -- every -- the potential of the lower limit (part nearest to the 1st p auxiliary electrode 308) of the 3rd and 4th p auxiliary electrodes 326 and 327 will be given. Therefore, the current distribution in the surface concerned is improvable. This element is a square whose length of one side is 1000 micrometers.

[0058] The example of electrode disposition of other light emitting devices 333 was shown in drawing 56 . In drawing 56 , the same sign is given to the same element as drawing 53 , and the explanation is omitted. In this light emitting device 333, 2nd p plinth electrode 336 and 3rd p plinth electrode 337 are formed in Morozumi of the surface (1st p plinth electrode 307 and side which counters), respectively. If die bond is performed to the 2nd and 3rd p plinth electrodes 336 and 337 concerned, the potential of p plinth electrodes 307, 336, and 337 of the 1st, 2nd, and 3rd \*\* will become equal. 333 [ therefore, ] of a light emitting device -- it will cross to the whole surface mostly and equal current density will be obtained. This element is a square whose length of one side is 1000 micrometers.

[0059] The example of electrode disposition of other light emitting devices 343 was shown in drawing 57 . In drawing 57 , a translucency electrode and a sign 347 show 1st p plinth electrode, signs 348 and 349 show p auxiliary electrode, and the sign 346 is formed for these in one. 1st p plinth electrode 347 was formed in the angle of 1 of a light emitting device 343, and the p auxiliary electrode 348 is extended to the location of the abbreviation 2/3 along the lower side. The p auxiliary electrode 349 is extended to the location of the abbreviation 2/3 along with the right-hand side. 2nd p plinth electrode 357 is formed in 1st p \*\*\*\* electrode 347 and the corner which counters, and p auxiliary electrode forms in [ 358 ] one after this -- having -- the surface -- meeting -- about [ the ] -- it is extended to two thirds of locations. furthermore from 2nd p plinth electrode 357, the p auxiliary electrode 359 forms in one -- having -- left part -- meeting -- about [ the ] -- it is extended to two thirds of locations. n plinth electrode 349 is mostly formed in the center. It is the substrate material side which expressed the sign 351 to n electrode forming face, and expressed the sign 352 for dicing.

[0060] The example of electrode disposition of other light emitting devices 363 was shown in drawing 58 . In drawing 57 , the same sign is given to the same element as drawing 56 , and the explanation is omitted. A sign 367 shows 1st p plinth electrode, a sign 368 shows p auxiliary electrode, and these are formed in one. 1st p plinth electrode 367 is formed in the angle of 1 of a light emitting device 363 -- having -- the p auxiliary electrode 368 -- from the lower side up to left part -- being extended -- the -- it has reached to the half location mostly. the 2nd is formed in 1st p \*\*\*\* electrode 367 and the corner which counters p plinth electrode 377, and p auxiliary electrode forms in [ 378 ] one after this -- having -- from the surface up to the right-hand side -- being extended -- the -- it has reached to the half location mostly.

[0061] This invention is not limited to explanation of the gestalt of implementation of the above-mentioned invention, and an example at all. It does not deviate from the publication of a claim

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



but deformation modes various in the range this contractor can hit on an idea of easily are also contained in this invention.

[0062] Hereafter, the following matter is indicated.

11 The III group nitride system compound semiconductor element characterized by what n auxiliary electrode is extended for from n plinth electrode to a part for the center section of this element when an element is seen from a plane.

12 Said element is an III group nitride system compound semiconductor element given in 11 characterized by what it is a rectangle when it sees from a plane, and the length of the side of 1 is 500 micrometers or more.

13 Said element is an III group nitride system compound semiconductor element given in 11 characterized by what it has for p electrode which comes to have p auxiliary electrode extended from the translucency electrode, and p plinth electrode and these p plinth electrodes, or 12.

14 An III group nitride system compound semiconductor element given in 13 characterized by what is been in within the limits whose distance with the point of the arbitration of said translucency electrode, said p plinth electrode, or p auxiliary electrode is 0-1000 micrometers.

15 13 to which said n auxiliary electrode and said p auxiliary electrode are characterized by what is arranged pectinate, or an III group nitride system compound semiconductor given in 14.

16 Said n auxiliary electrode and said p auxiliary electrode are an III group nitride system compound semiconductor element given in either of 13-15 which are characterized by what the portion arranged in parallel with mutual is included for.

17 An III group nitride system compound semiconductor element given in either of 13-16 which are characterized by what two or more arrangement of said n plinth electrode is carried out, and is done for two or more arrangement of said p plinth electrode.

18 An III group nitride system compound semiconductor element given in either of 11-17 which are characterized by what it has light emitting device structure or photo detector structure for.

21 The III group nitride system compound semiconductor element characterized by what is been in within the limits whose distance with the point of the arbitration of a translucency electrode, p plinth electrode, or p auxiliary electrode is 0-1000 micrometers.

22 Said element is an III group nitride system compound semiconductor element given in 21 characterized by what it is a rectangle when it sees from a plane, and the length of the side of 1 is 500 micrometers or more.

23 An III group nitride system compound semiconductor given in either [ to which said n auxiliary electrode and said p auxiliary electrode are characterized by what is arranged pectinate ] 21 or 22.

24 Said n auxiliary electrode and said p auxiliary electrode are an III group nitride system compound semiconductor element given in either of 21-23 which are characterized by what the portion arranged in parallel with mutual is included for.

25 An III group nitride system compound semiconductor element given in either of 21-24 which are characterized by what two or more arrangement of said n plinth electrode is carried out, and is done for two or more arrangement of said p plinth electrode.

26 An III group nitride system compound semiconductor element given in either of 21-25 which are characterized by what it has light emitting device structure or photo detector structure for.

31 The III group nitride system compound semiconductor with which said n auxiliary electrode and said p auxiliary electrode are characterized by what is arranged pectinate when it comes to have n electrode which has n plinth electrode and n auxiliary electrode, a translucency electrode, and p electrode which has p plinth electrode and p auxiliary electrode and an element is seen from a plane.

32 Said element is an III group nitride system compound semiconductor element given in 31 characterized by what it is a rectangle when it sees from a plane, and the length of the side of 1 is 500 micrometers or more.

33 31 characterized by what two or more arrangement of said n plinth electrode is carried out, and is done for two or more arrangement of said p plinth electrode, or an III group nitride system compound semiconductor element given in 32.

34 An III group nitride system compound semiconductor element given in either of 31-33 which

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

are characterized by what it has light emitting device structure or photo detector structure for.  
41 It is the III group nitride system compound semiconductor characterized by what the portion by which said n auxiliary electrode and said p auxiliary electrode are arranged in parallel with mutual when it comes to have n electrode which has n plinth electrode and n auxiliary electrode, a translucency electrode, and p electrode which has p plinth electrode and p auxiliary electrode and an element is seen from a plane is included for.

42 Said element is an III group nitride system compound semiconductor element given in 41 characterized by what it is a rectangle when it sees from a plane, and the length of the side of 1 is 500 micrometers or more.

43 41 characterized by what two or more arrangement of said n plinth electrode is carried out, and is done for two or more arrangement of said p plinth electrode, or an III group nitride system compound semiconductor element given in 42.

44 An III group nitride system compound semiconductor element given in either of 41-43 which are characterized by what it has light emitting device structure or photo detector structure for.

51 Said element is an III group nitride system compound semiconductor element which it is a rectangle and the length of the side of 1 is 500 micrometers or more when it sees from a plane, and is characterized by what it has two or more n plinth electrodes and two or more p plinth electrodes for.

52 It is an III group nitride system compound semiconductor element given in 51 characterized by what two n plinth electrodes are arranged in the 1st side, two p plinth electrodes are arranged in the 2nd side which counters this 1st side, n auxiliary electrode is extended from said n plinth electrode, and p auxiliary electrode is extended for from said p plinth electrode.

53 51 characterized by what it has light emitting device structure or photo detector structure for, or an III group nitride system compound semiconductor element given in 52.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 explains the lamination of the light emitting device of the example of this invention.

[Drawing 2] Drawing 2 is the plan showing the example of electrode disposition of the light emitting device of an example.

[Drawing 3] Drawing 3 is this front view.

[Drawing 4] Drawing 4 is this rear view.

[Drawing 5] Drawing 5 is this left-hand side (right-hand side) side elevation.

[Drawing 6] Drawing 6 is this bottom plan view.

[Drawing 7] Drawing 7 is planes-of-reference drawing showing a transparent portion (transparent electrode).

[Drawing 8] Drawing 8 is an A-A line expansion part abbreviation cross section in drawing 2 .

[Drawing 9] Drawing 9 is a B-B line expansion part abbreviation cross section in drawing 2 .

[Drawing 10] Drawing 10 is a C-C line expanded sectional view in drawing 2 .

[Drawing 11] Drawing 11 is D-D line expanded sectional view in drawing 2 .

[Drawing 12] Drawing 12 is the plan showing the example of electrode disposition of the light emitting device of other examples.

[Drawing 13] Drawing 13 is this front view.

[Drawing 14] Drawing 14 is this rear view.

[Drawing 15] Drawing 15 is this left-hand side (right-hand side) side elevation.

[Drawing 16] Drawing 16 is this bottom plan view.

[Drawing 17] Drawing 17 is planes-of-reference drawing showing a transparent portion (transparent electrode).

[Drawing 18] Drawing 18 is an A-A line expansion part abbreviation cross section in drawing 12 .

[Drawing 19] Drawing 19 is a B-B line expansion part abbreviation cross section in drawing 12 .

[Drawing 20] Drawing 20 is a C-C line expanded sectional view in drawing 12 .

[Drawing 21] Drawing 21 is the plan showing the example of electrode disposition of the light emitting device of other examples.

[Drawing 22] Drawing 22 is this front view.

[Drawing 23] Drawing 23 is this rear view.

[Drawing 24] Drawing 24 is this left-hand side (right-hand side) side elevation.

[Drawing 25] Drawing 25 is this bottom plan view.

[Drawing 26] Drawing 26 is planes-of-reference drawing showing a transparent portion (transparent electrode).

[Drawing 27] Drawing 27 is an A-A line expansion part abbreviation cross section in drawing 21 .

[Drawing 28] Drawing 28 is a B-B line expansion part abbreviation cross section in drawing 21 .

[Drawing 29] Drawing 29 is a C-C line expanded sectional view in drawing 21 .

[Drawing 30] Drawing 30 is D-D line expanded sectional view in drawing 21 .

[Drawing 31] Drawing 31 is the plan showing the example of electrode disposition of the light emitting device of other examples.

[Drawing 32] Drawing 32 is the plan showing the example of electrode disposition of the light

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



10, 23, 33, 43, and 43- 1, 53, and 63,303,303-1 Light emitting device

6, 16, 26, 36, 46, 56, 66,306 Translucency electrode

7 P Electrode

9 N Electrode

17, 27, 37, 47, 57, 81, 91, 101, 111, 121, 131, 141, 151, 161, 171, 181, 191, 201, 211, 221, 231, 241, 251 p plinth electrode

18, 28, 38, 48, 58, 82, 92, 93, 102, 112, 122, 123, 132, 133, 142, 143, 152, 166, 172, 182, 192 193,

202, 212, 222, 223, 233, 232, 242, 242 252 p auxiliary electrode

19, 29, 39, 49, 59, 85, 95, 105, 115, 125, 135, 145, 155, 165, 175, 185, 195, 205, 215, 225, 235, 245, 255 n plinth electrode

20, 30, 40, 50, 60, 70, 86, 96,106,107,116,126 127, 136, 137, 146, 156, 166, 176, 186, 196 216, 226, 227, 236, 237, 246, 247, 248, 256, 310, 320 n auxiliary electrode

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

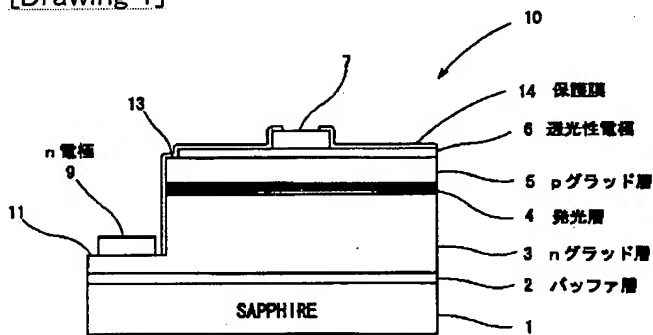
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

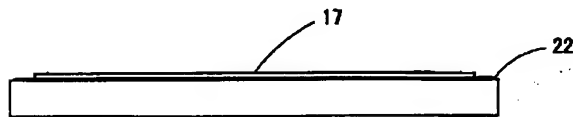
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

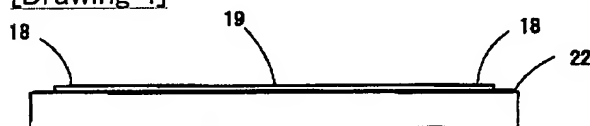
[Drawing 1]



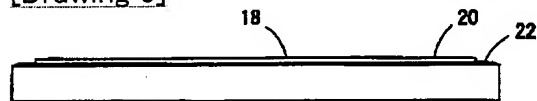
[Drawing 3]



[Drawing 4]

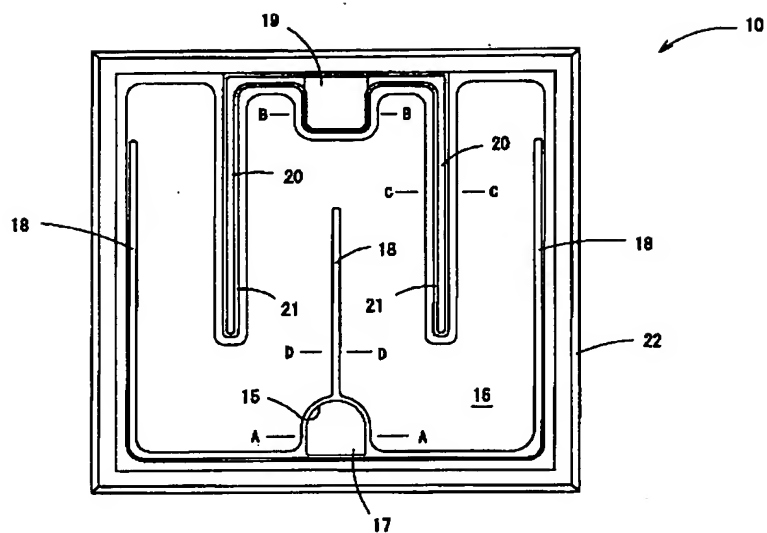


[Drawing 5]

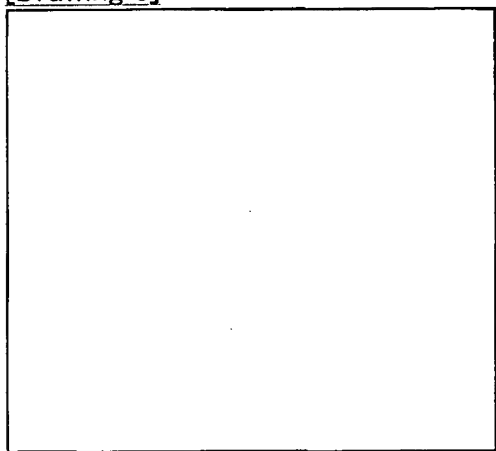


[Drawing 2]

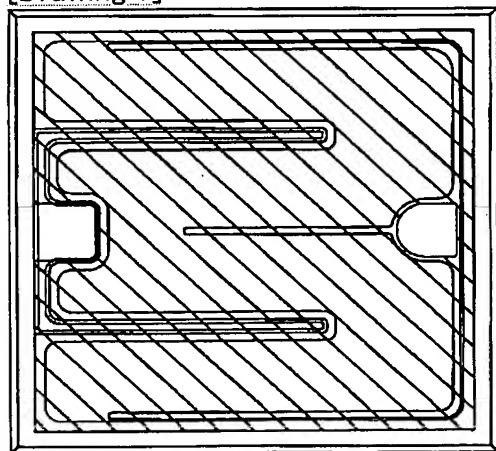
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Drawing 6]

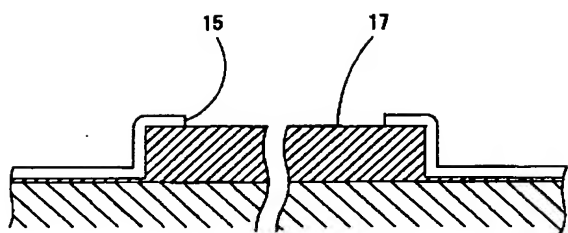


[Drawing 7]

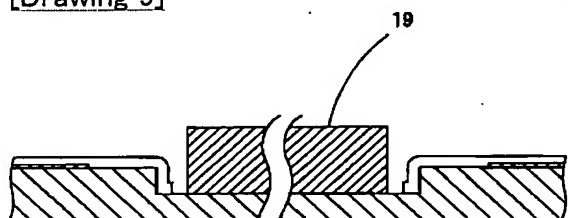


[Drawing 8]

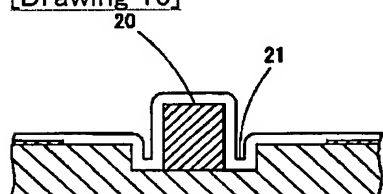
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



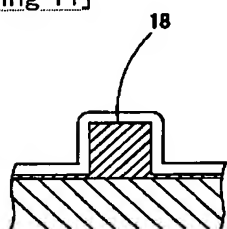
[Drawing 9]



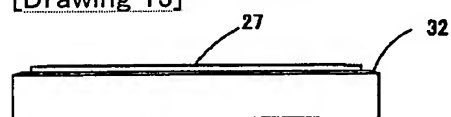
[Drawing 10]



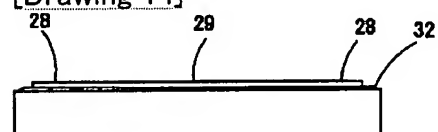
[Drawing 11]



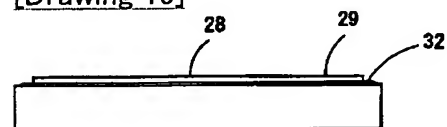
[Drawing 13]



[Drawing 14]



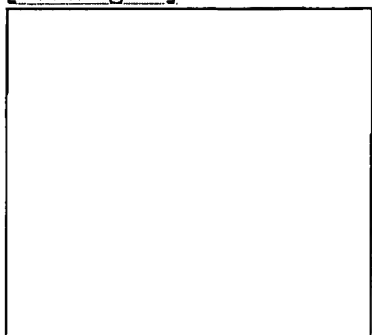
[Drawing 15]



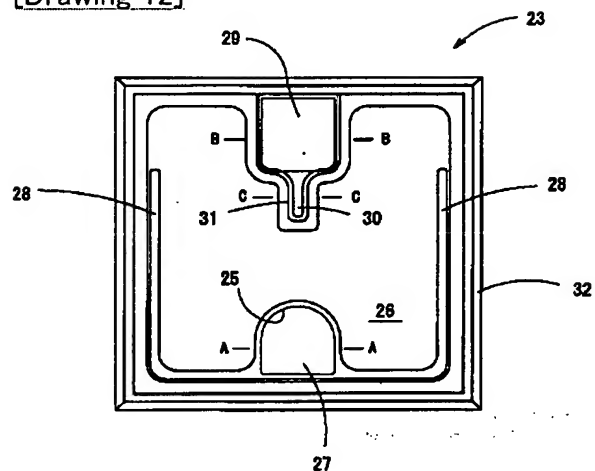
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



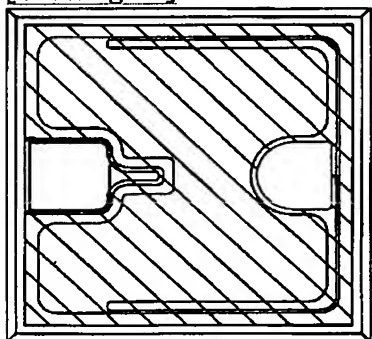
[Drawing 16]



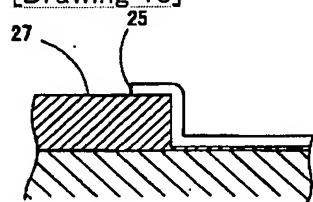
[Drawing 12]



[Drawing 17]

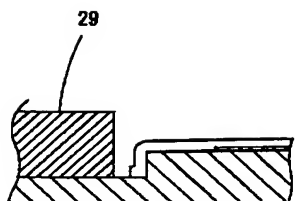


[Drawing 18]

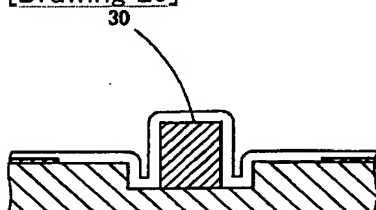


[Drawing 19]

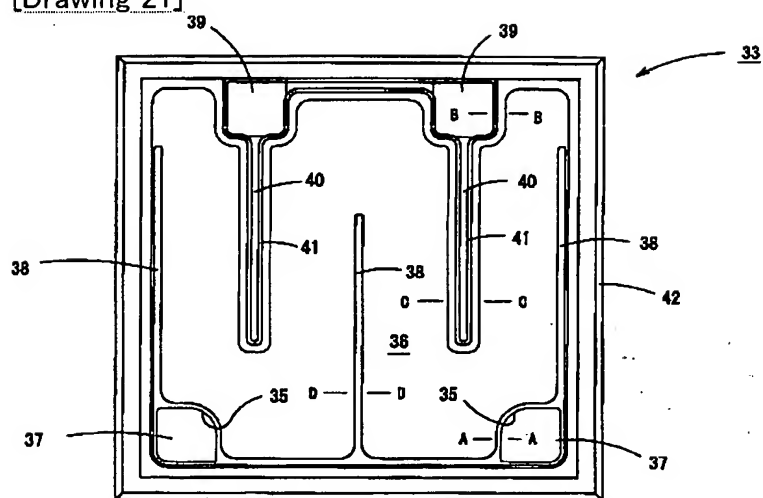
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



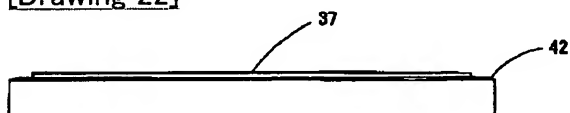
[Drawing 20]



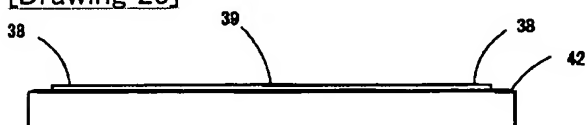
[Drawing 21]



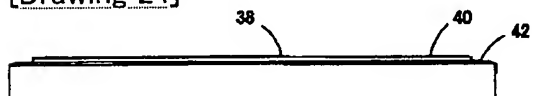
[Drawing 22]



[Drawing 23]

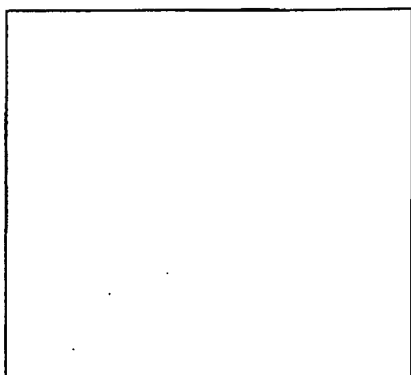


[Drawing 24]

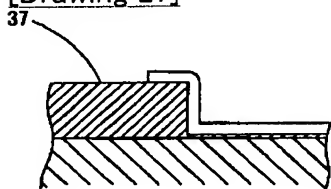


[Drawing 25]

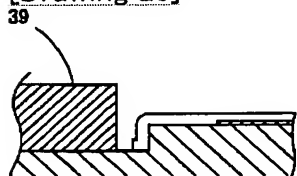
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



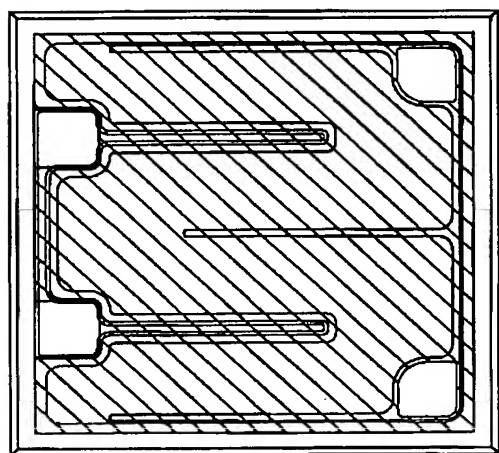
[Drawing 27]



[Drawing 28]

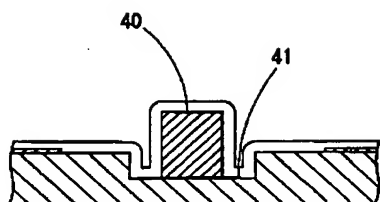


[Drawing 26]

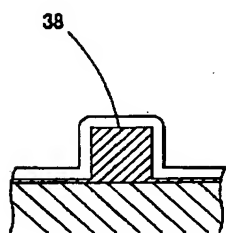


[Drawing 29]

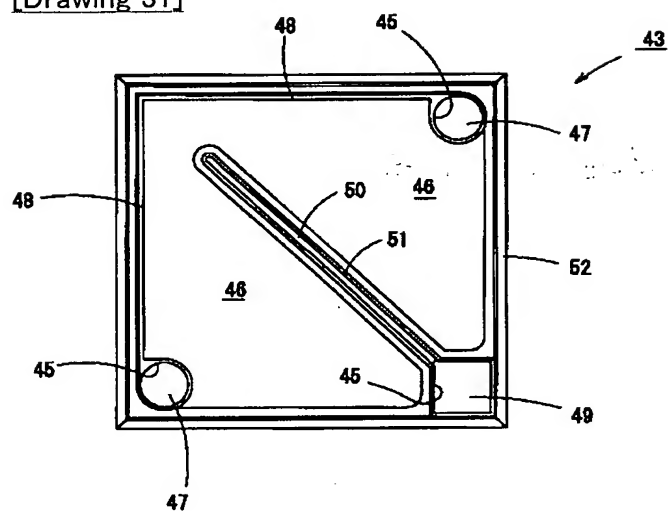
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



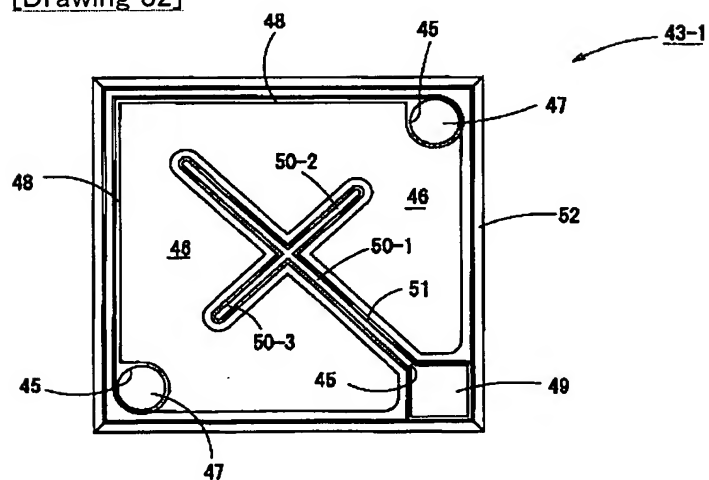
[Drawing 30]



[Drawing 31]



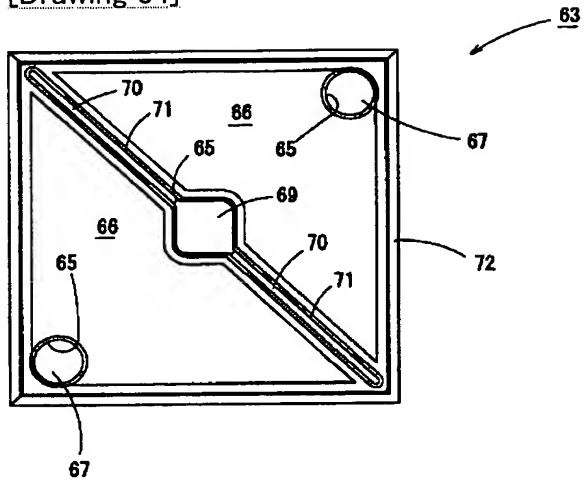
[Drawing 32]



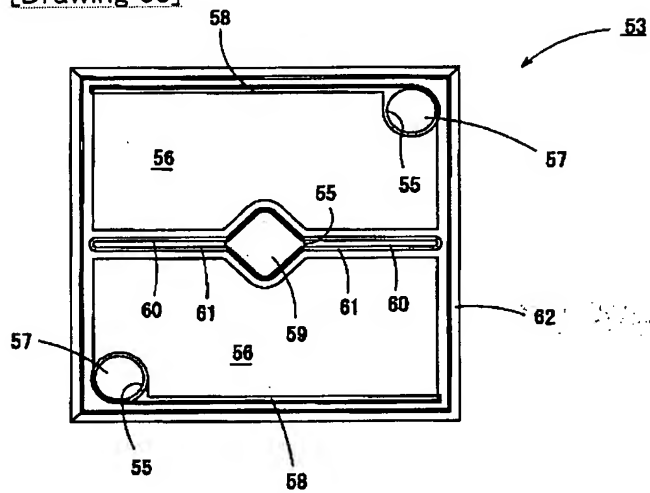
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



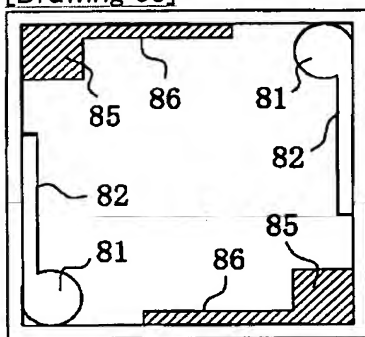
[Drawing 34]



[Drawing 33]



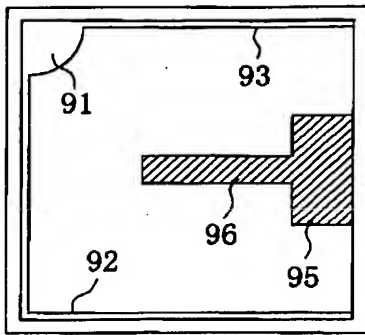
[Drawing 35]



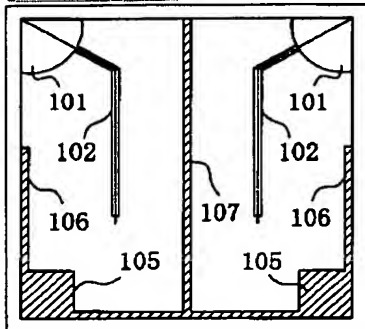
[Drawing 36]



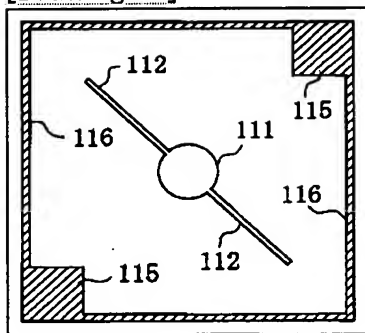
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



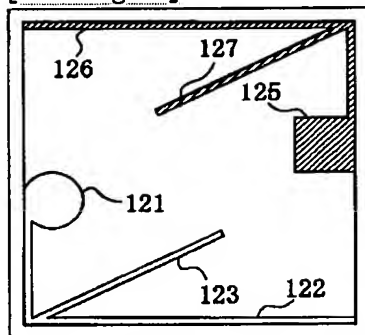
[Drawing 37]



[Drawing 38]

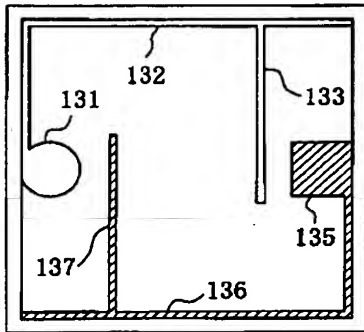


[Drawing 39]

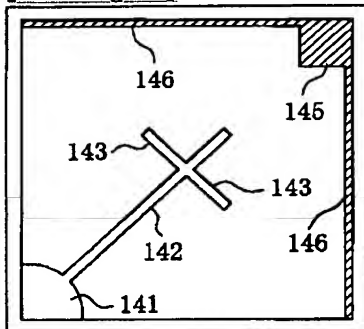


[Drawing 40]

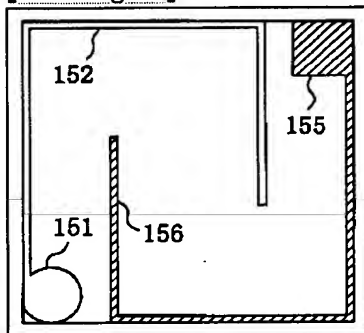
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



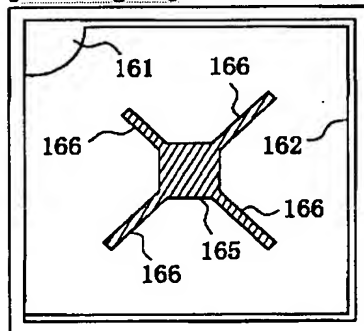
[Drawing 41]



[Drawing 42]

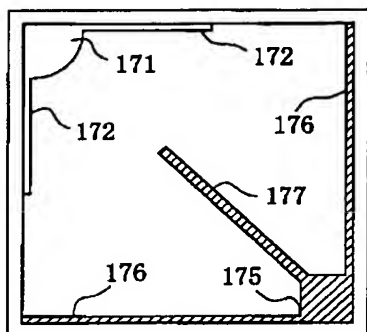


[Drawing 43]

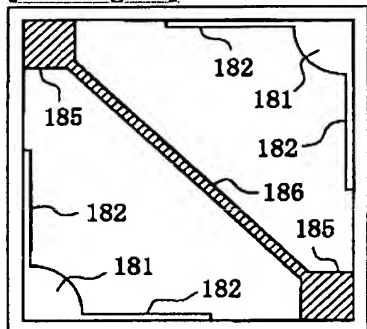


[Drawing 44]

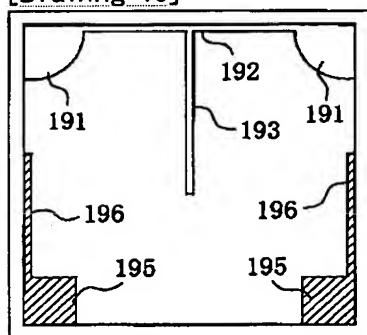
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



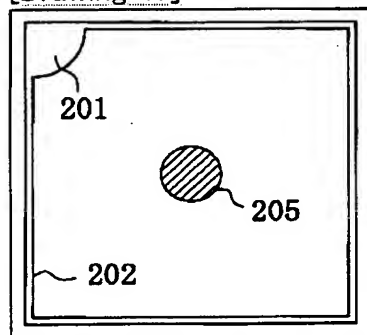
[Drawing 45]



[Drawing 46]



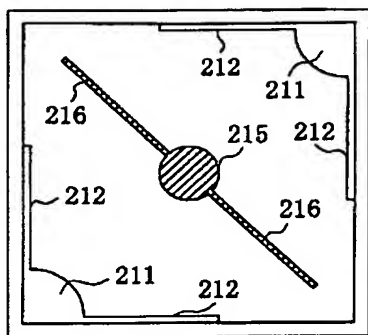
[Drawing 47]



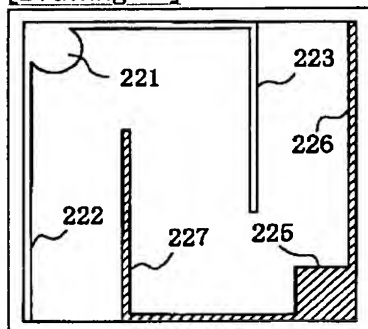
[Drawing 48]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

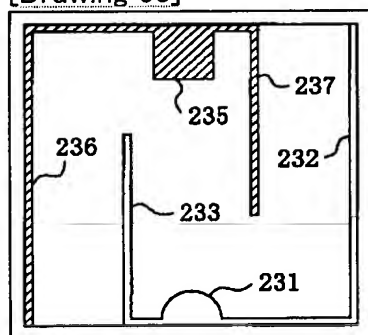




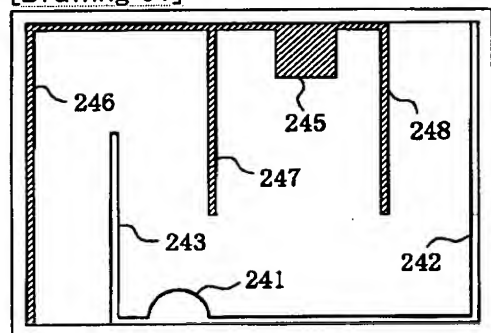
[Drawing 49]



[Drawing 50]

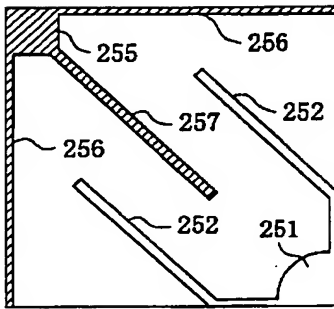


[Drawing 51]

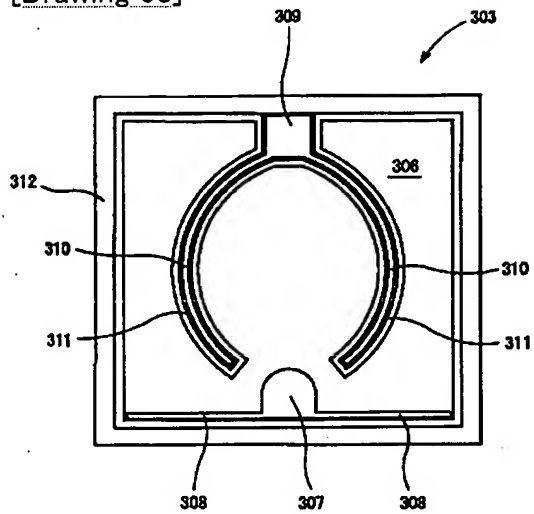


[Drawing 52]

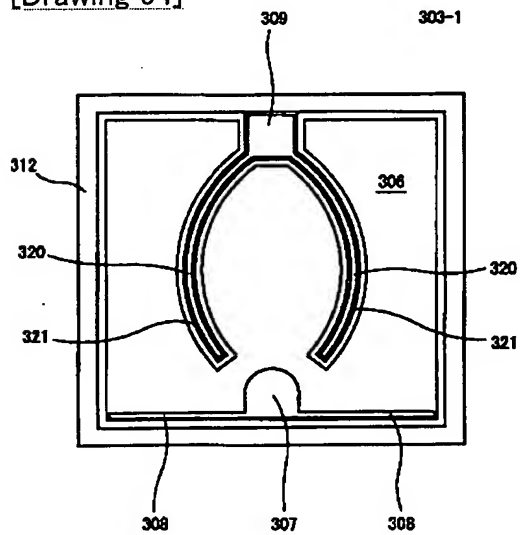
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Drawing 53]

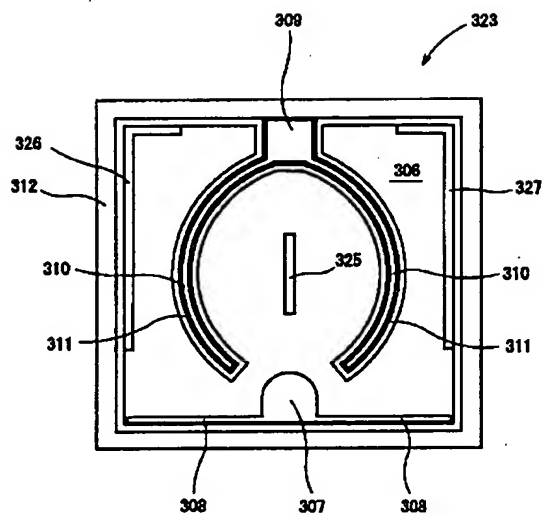


[Drawing 54]

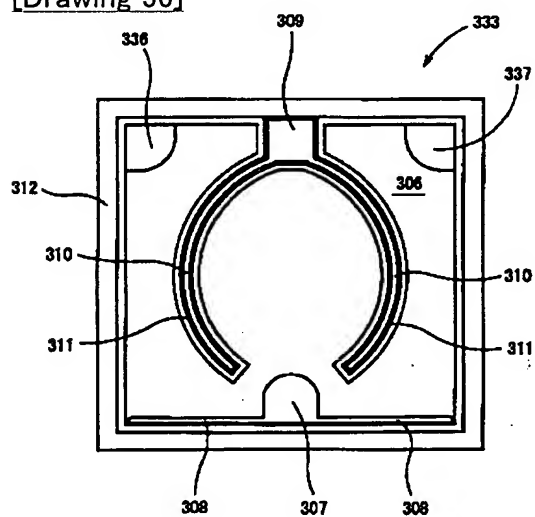


[Drawing 55]

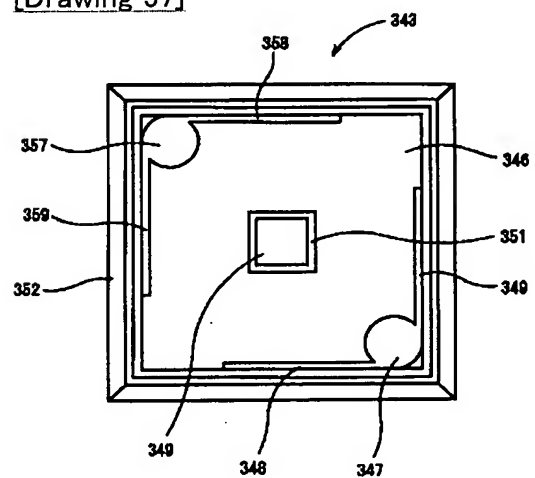
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Drawing 56]

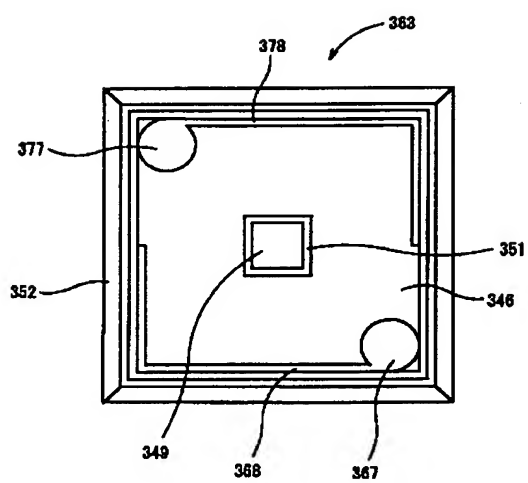


[Drawing 57]



[Drawing 58]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-345480

(P2001-345480A)

(43) 公開日 平成13年12月14日 (2001. 12. 14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

データベース (参考)

E

C

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-101990 (P2001-101990)

(22) 出願日 平成13年 3 月30日 (2001. 3. 30)

(31) 優先権主張番号 特願2000-96865 (P2000-96865)

(32) 優先日 平成12年 3 月31日 (2000. 3. 31)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1  
番地

(72) 発明者 上村 俊也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1  
番地 豊田合成株式会社内

(72) 発明者 平野 敦雄

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1  
番地 豊田合成株式会社内

(74) 代理人 100095577

弁理士 小西 富雅 (外 1 名)

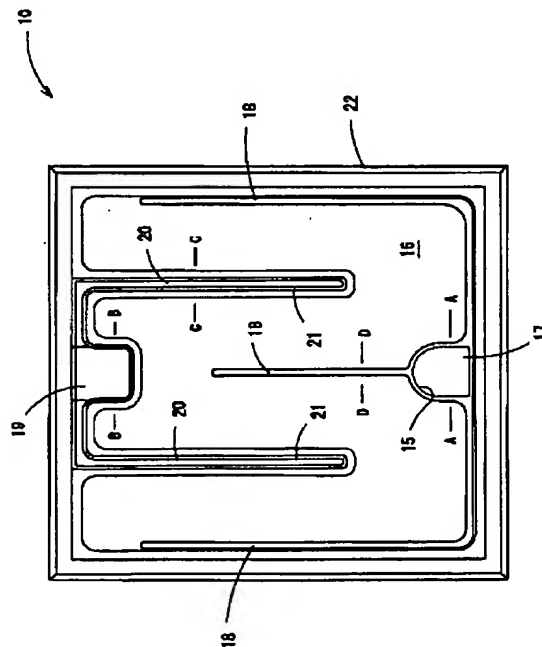
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 I I I 族窒化物系化合物半導体素子

(57) 【要約】

【目的】 均一発光の得られる大型の発光素子を得る。

【構成】 最外径が700  $\mu$ m以上の素子において、n  
電極から最も離れたp電極の点までの距離を500  $\mu$ m  
以内に収める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 最外径が700 $\mu$ m以上の素子において、n電極から最も離れたp電極の点までの距離が500 $\mu$ m以内にある、ことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体素子。

【請求項2】 前記素子は平面から見たとき矩形であり、一の辺の長さが500 $\mu$ m以上である、ことを特徴とする請求項1に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

【請求項3】 前記n電極はn台座電極と該n台座電極から延長するn補助電極とを備えてなり、該n補助電極の少なくとも一部が、前記素子を平面から見たとき、前記素子の中央部分へ延長されている、ことを特徴とする請求項1又は2に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

【請求項4】 前記p電極はp台座電極及び該p台座電極から延長したp補助電極を備えてなるp電極を有する、ことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

【請求項5】 前記透光性電極の任意の点と前記p台座電極又は前記p補助電極との距離が0～1000 $\mu$ mの範囲内にある、ことを特徴とする請求項4に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

【請求項6】 前記n補助電極と前記p補助電極とがくし状に配置されている、ことを特徴とする請求項4又は5に記載のIII族窒化物系化合物半導体。

【請求項7】 前記n補助電極と前記p補助電極とは相互に平行に配置される部分を含む、ことを特徴とする請求項4～6のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

【請求項8】 前記n台座電極が複数配置され、前記p台座電極が複数配置されている、ことを特徴とする請求項4～7のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

【請求項9】 発光素子構造若しくは受光素子構造を有する、ことを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

【請求項10】 最外径が700 $\mu$ m以上の素子において、p電極上の任意の点からn電極までの距離X $\mu$ mが以下の要件を満足する、

$X \leq t/\rho$

但し、t：n型半導体層の膜厚

$\rho$ ：n型半導体層の抵抗率

ことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体素子。

【請求項11】 最外径が700 $\mu$ m以上の素子であって、n型半導体層の抵抗率が0.004～0.01 $\Omega \cdot \text{cm}$ でありかつ該n型半導体層の膜厚が3～5 $\mu$ mの素子において、n電極から最も離れたp電極の点までの距離が300～500 $\mu$ mの範囲である、ことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はIII族窒化物系化合物半導体素子に関する。例えば、青色系発光ダイオードなどのIII族窒化物系化合物半導体発光素子の電極の改良として好適な発明である。

## 【0002】

【従来の技術】青色系発光ダイオードなどのIII族窒化物系化合物半導体発光素子においては、素子の全面から均一な発光を得るため種々の提案がなされている。例えば、特開平8-340131号公報や特開平10-117017号公報では、pコンタクト層の上面にp補助電極を放射状に設けて、pコンタクト層に対する注入電流密度の均一化を図っている。また、例えば特開平10-275934号公報に示されるように、p型コンタクト層の上面に透光性電極を貼ってその上にp台座電極を設けるものもある。この例では、p台座電極から素子の辺に沿ってp補助電極が延設されている。素子の角部に形成されたn台座電極から素子の辺に沿ってn補助電極を設けた例が特開平9-97922号公報や特開2000-22210号公報に開示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らの検討によれば、高い輝度が要求されかつ同色の発光ダイオードを集合して使用する信号機等においては、使用する発光ダイオードのチップサイズを大きくすることが望ましいことがわかった。チップサイズを大きくすることで使用個数が削減されれば、発光ダイオードの組付け工数が小さくなって製造コストの削減となることはもとより、各発光ダイオードへ電流を均一に分配するための回路設計が容易かつ簡素になるからである。本発明者らは、したがって、発光ダイオードのチップサイズを大きくすべく検討を重ねてきた。その結果、次なる課題を見出すに至った。

【0004】発光ダイオードにおけるnコンタクト層（n電極の形成される層）の抵抗が比較的高いためn電極から遠い部分まで十分に電流が行き渡らず、当該部分での発光が低下する。一方、n電極に近い部分では強い発光が得られるため、素子全体で見れば発光が不均一となる。かかる点から従来の小型の素子（300～400 $\mu$ m $\square$ ）を見てみると、n電極から遠く離れた部分では多少暗くなっているが、かかる部分がごく小さい領域であることから当該発光の不均一は実質上大きな障害とならなかった。チップサイズが大きくなると、単位発光面積当たりに注入される好適な電流密度を確保しようとしたとき、p台座電極に印加する電流量を大きくしなければならぬ。p台座電極に印加された電流はこのp台座電極から透光性電極へ流入することとなるが、電流量が大きくなるとp台座電極と透光性電極との間で焼きつき（発生するジュール熱により接合部の透光性電極が焼き

切れてしまうこと)の発生する可能性が高くなる。p台座電極に注入可能な電流量(許容電流量)を決める一つの要因にp台座電極と透光性電極との界面の面積があり、当該面積が大きければ大きいほど許容電流量を大きくできると考えられる。また、最外径が700 $\mu$ m以上の大型のチップにおいて、有効発光面に好適な電流密度を確保しようとしたときには1つのp台座電極と1つのn台座電極の組み合わせでは、ボンディングワイヤ一部での発熱によりモールド樹脂が焼きついたり、ボンディングワイヤ自体が熱により断線してしまうという不具合の生じる恐れがある。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記課題の少なくとも一つを解決すべくなされたものである。即ち、最外径が700 $\mu$ m以上の素子において、n電極から最も離れたp電極の点までの距離が500 $\mu$ m以内にある、ことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体素子。

【0006】このように構成されたIII族窒化物系化合物半導体素子によれば、n電極から最も離れたp電極の点が上記距離内にあるので、n型半導体層の抵抗が高くて、n電極から最も離れた素子の部分へも電子が十分に注入される(電流が拡散する)。その結果、素子の全面がより均等に発光する。なお、電流密度と発光素子の発光出力との関係は、電流密度が所定の値を超えたところで発光出力が飽和してくる。即ち、当該所定の値を超えた電流密度を注入してもそれに見合った発光出力の増加が得られない。したがって、高い発光出力でかつ高い発光効率を達成しようとするれば、当該所定の値の近傍の電流密度を素子の全域で達成することが好ましい。この発明のようにn電極とp電極との距離を規定すれば素子の全域で当該好適な電流密度を得ることができ、もって発光効率の優れた素子を提供できることとなる。

【0007】なお、この明細書において、n電極はn台座電極とこれから延長されるn補助電極から構成され、p電極はp台座電極及びp台座電極から延長されたp補助電極から構成される。また、素子の最外径とは、素子を平面から見たときに素子上に引ける最長の直線の長さであり、素子が矩形の場合は対角線の長さが最外径となる。素子がひし形の場合も同様である。素子が円形、楕円形の場合は中心を通る直線である。このように、素子の形状は特に限定されるものではない。上記のほかに六角形、八角形等の多角形の素子形状を採用することも可能である。n電極とこれから最も離れたp電極との間の距離の更に好ましい上限は400 $\mu$ mであり、更に更に好ましくは350 $\mu$ mである。かかる構成は、矩形チップの場合、一辺の長さが500 $\mu$ m以上(最外径では700 $\mu$ m以上)のチップに適用されることが好ましい。このようにチップサイズが大きくなると、従来のようなn電極構成では、これから距離の離れて十分な電流密度

が得られずに暗くなってしまう部分が容認できないほどに大きな領域となり、かつその領域が素子の中央部分に現出して発光態様を不適なものとする恐れがある。更に好ましくは、矩形チップの場合、一辺の長さが600 $\mu$ m以上であり、更に更に好ましくは一辺の長さが700 $\mu$ m以上であり、最も好ましくは800 $\mu$ m以上である。

【0008】このようにp電極の任意の点とn電極との距離を所定の範囲内に収めるために、この発明の一面の局面ではn台座電極からn補助電極を素子の中央部分へ延設する構成を採用する。素子の中央部分にn補助電極が存在することにより、当該n補助電極と素子の全ての角部までの距離が一定になる。これにより、角部での発光出力の低下を防止できることとなる。上記のようにしてn電極を改良してn型半導体層に対する電流の均一拡散を確保したところ、次の課題が新たに浮かび上がってきた。p型半導体層の上に透光性電極を貼って電流の拡散を図るタイプにおいても、チップサイズが拡大してp台座電極又はp補助電極からの距離が大きくなると、薄膜である透光性電極自体の抵抗が無視できなくなり、p台座電極又はp補助電極から離れた部分のp型半導体層へ十分に電流を注入できなくなる。

【0009】そこでこの発明の一面の局面では、透光性電極上の任意の点とp台座電極又はp補助電極との距離を0~1000 $\mu$ mの範囲内とした。このように構成されたIII族窒化物系化合物半導体素子によれば、透光性電極の全ての点がp台座電極又はp補助電極から上記距離内にあるので、p台座電極又はp補助電極から最も離れた透光性電極の部分へも電流が十分に拡散され、その下のp型半導体層へ注入される。その結果、素子の全面が実質的に均等に発光する。透光性電極上の任意の点とp台座電極又はp補助電極との更に好ましい距離の上限は500 $\mu$ mであり、更に更に好ましくは450 $\mu$ mであり、更に更に更に好ましくは400 $\mu$ mであり、最も好ましくは350 $\mu$ mである。かかる構成は、矩形チップの場合、一辺の長さが500 $\mu$ m以上(最外径では700 $\mu$ m以上)のチップに適用されることが好ましい。このようにチップサイズが大きくなると、従来のようなp電極構成では、これから距離の離れて十分な電流密度が得られずに暗くなってしまう部分が無視できないほど大きな領域となり、かつその部分が素子の中央に現出して発光態様を不適なものとする恐れがある。更に好ましくは、矩形チップの場合、一辺の長さが600 $\mu$ m以上であり、更に更に好ましくは一辺の長さが700 $\mu$ m以上であり、最も好ましくは800 $\mu$ m以上である。

【0010】このように透光性電極上の任意の点とp台座電極又はp補助電極との距離を所定の範囲内に収めるために、この発明の一面の局面ではp台座電極からp補助電極を透光性電極の中央部分へ延設する構成を採用する。透光性電極の中央部分にp補助電極が存在すること

により、当該p補助電極と透光性電極の全ての角部までの距離が一定になる。これにより、角部での発光出力の低下を防止できることとなる。

【0011】上記構成のn電極とp電極をともに備えるIII族窒化物系化合物半導体素子においては、素子を平面から見たとき、n補助電極とp補助電極とがくし状に配置されることが好ましい。n補助電極とp補助電極の有る部分では素子は動作しない（発光素子では発光しない）ので、これらをくし状に配置することにより当該非動作部分を素子において対称乃至規則的なパターンで配置できることとなる。よって、素子の利用が容易になる。発光素子の場合は光を均一に外部へ取り出し易くなる。

【0012】上記構成のn電極とp電極をともに備えるIII族窒化物系化合物半導体素子においては、素子を平面から見たとき、n補助電極とp補助電極とが相互に平行に配置される部分を含むことが好ましい。n補助電極とp補助電極の有る部分では素子は動作しない（発光素子では発光しない）ので、平行な部分を配置することにより当該非動作部分を素子において対称乃至規則的なパターンで配置できることとなる。よって、素子の利用が容易になる。発光素子の場合は光を均一に外部へ取り出し易くなる。

【0013】チップサイズが大きくなると、素子による消費電力が大きくなるので、台座電極に印加される電流が大きくなる。従来のように台座電極がp側及びn側それぞれ1つであると、ボンディングワイヤ部での発熱によりモールド樹脂が焼きついたり、ボンディングワイヤ自体が熱により断線してしまうという問題が生じかねない。そこでこの発明の他の局面ではp台座電極とn台座電極とをそれぞれ複数設けることとした。これにより、上記の問題が解消される。複数のp台座電極及びn台座電極を設けることが好ましいチップサイズは、矩形チップの場合、一辺の長さが500 $\mu$ m以上（最外径では700 $\mu$ m以上）のものである。更に好ましくは、一辺の長さが600 $\mu$ m以上であり、更に更に好ましくは一辺の長さが700 $\mu$ m以上であり、最も好ましくは800 $\mu$ m以上である。

【0014】発光素子のチップサイズを大きくしてその消費電力が増大した場合には、上記の課題に加えて、p台座電極と透光性電極との間の焼きつきの問題がある。そのため、p台座電極からp補助電極をすることが好ましい。p補助電極を備えることにより、p台座電極及びp補助電極と透光性電極との間に十分な面積が得られ、もって焼きつきの発生が防止される。これにより、p台座電極に印加できる電流量（許容電流量）が増大し、素子の全面を発光させるために必要な電流量が充分確保できることとなる。

【0015】以下、この発明を構成する各要素につき、III族窒化物系化合物半導体発光素子を例に採り、詳細

に説明する。n電極は半導体層をエッチングして表出されたnコンタクト層に形成される。n型のIII族窒化物系化合物半導体との間にオーミック接触の得られるのであれば、その材質は任意に選択できるが、バナジウム・アルミニウム合金などのアルミニウム合金を採用することが好ましい。n電極の形状も任意であるが、この発明の一局面にしたがって、p電極の任意の点からn電極までの距離を一定範囲内に収めるようにするには、n台座電極とこれから延設されたn補助電極との組合わせが好適である。n台座電極は素子の一辺のほぼ中央に配置しても、素子の角部に配置しても良い。n補助電極はn台座電極から素子の中央部分へ伸びる部分を有することが好ましい。

【0016】n補助電極はn台座電極と同一材料でかつ同一方法（同一のマスク）により形成することが工数削減の見地から好ましい。この場合、n補助電極とn台座電極とは同一厚さとなる。n補助電極とn台座電極とを別個に形成することもできる。この場合、n補助電極の材質及び厚さをn台座電極のそれと異ならせることもできる。n台座電極は導電性ワイヤを周知の方法でボンディングするために十分な面積を有すればその形状は特に限定されない。n補助電極は半導体層を除去した部分に形成されるので、有効半導体層の面積を極大化する見地からその幅を狭くすることが好ましい。n補助電極の幅は1~40 $\mu$ mとすることがこのましい。更に好ましくは2~30 $\mu$ mであり、更に更に好ましくは3~25 $\mu$ mであり、更に更に更に好ましくは3~20 $\mu$ mであり、最も好ましくは5~15 $\mu$ mである。

【0017】透光性電極の形成材料は特に限定されるものではないが、例えば下側から第1電極層としてCo層及び第2電極層としてAu層を順次積層する。第1電極層の構成元素は第2電極層の構成元素よりもイオン化ポテンシャルが低い元素であり、第2電極層の構成元素は半導体に対するオーミック性が第1電極層の構成元素よりも良好な元素とするのが望ましい。p型コンタクト層と合金を形成するために、この電極層に対しても熱処理が施されるが、その熱処理により、半導体の表面から深さ方向の元素分布は、第2電極層の構成元素の方が第1電極層の構成元素よりも深く浸透した分布となる。即ち、電極層の元素分布が電極層の形成時の分布に対して反転している。電極層の形成後には、上側に形成した第2電極層の構成元素の方が下側になり、下側に形成した第1電極層の構成元素の方が上側に存在する。望ましくは、第1電極層の構成元素は、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、鉄(Fe)、銅(Cu)、クロム(Cr)、タンタル(Ta)、バナジウム(V)、マンガン(Mn)、アルミニウム(Al)、銀(Ag)のうち少なくとも一種の元素であり、その膜厚は0.5~15nmとする。第2電極層の構成元素は、パラジウム(Pd)、金(Au)、イリジウム(Ir)、白金(Pt)のうち少なくとも1種の元素であり、その膜厚は3.5~25nm

mとする。最も望ましくは、第1電極層の構成元素はCoであり、第2電極層の構成元素はAuである。この場合には、熱処理により、半導体の表面から深さ方向の元素分布は、CoよりもAuが深く浸透した分布となる。

【0018】p台座電極の形成材料も特に限定されるものではないが、例えば下側から第1金属層としてV層、第2金属層としてAu層及び第3金属層としてAl層を順次積層する構造とする。第1金属層はその下の層と強固に結合できるように、第2の金属層よりもイオン化ポテンシャルが低い元素とする。第2の金属層はAl又はAuとのボンディング性が良好で、かつ透光性電極と反応しない元素とする。第3金属層は保護膜と強固に結合できる元素とすることが好ましい。望ましくは、第1金属層の構成元素は、ニッケル(Ni)、鉄(Fe)、銅(Cu)、クロム(Cr)、タンタル(Ta)、バナジウム(V)、マンガン(Mn)、コバルト(Co)のうち少なくとも一種の元素であり、その膜厚は1~300nmである。望ましくは、第3金属層の構成元素は、アルミニウム(Al)、ニッケル(Ni)、チタン(Ti)のうち少なくとも一種の元素であり、その膜厚は1~30nmである。望ましくは、第2金属層の構成元素は金(Au)であり、その膜厚は0.3~3μmである。

【0019】p補助電極はp台座電極と同一材料でかつ同一方法(同一のマスク)により形成することが工数削減の見地から好ましい。この場合、p補助電極とp台座電極とは同一厚さとなる。p補助電極とp台座電極とを別個に形成することもできる。この場合、p補助電極の材質及び厚さをp台座電極のそれと異ならせることもできる。p台座電極は導電性ワイヤを周知の方法でボンディングするために十分な面積を有すればその形状は特に限定されない。ボンディング時の位置確認のためには、p台座電極としてn台座電極と異なる形状を採用することが好ましい。p補助電極は光を遮蔽するので、その幅を狭くすることが好ましい。p補助電極の幅は1~40μmとすることがこのましい。更に好ましくは2~30μmであり、更に更に好ましくは3~25μmであり、更に更に更に好ましくは3~20μmであり、最も好ましくは5~15μmである。p台座電極及び/又はp補助電極の周囲に凹凸を設けて、透光性電極との間の接触面積を増大させることが好ましい。p台座電極の周囲は傾斜していることが好ましい。台座電極の周囲をテーパー状としておくことにより、台座電極及び透光性電極の表面に形成される保護膜(SiO<sub>2</sub>膜等)を当該テーパー状部にもほぼ設計膜厚通りに形成することが可能となる。

【0020】透光性電極の任意の点からp台座電極又はp補助電極までの距離を一定範囲内に収めるようにするには、p台座電極とこれから延設されたp補助電極との組み合わせが好適である。p台座電極は素子の一辺のほぼ中央に配置しても、素子の角部に配置しても良い。p補助電極はn補助電極に対してくし状に形成することが

好ましい。ここにくし状とは、素子を平面から見たときp補助電極とn補助電極とが互い違いに配置されている状態をいう。また、p補助電極はn補助電極に対して平行に配置される部分を備えることが好ましい。

【0021】透光性電極とp台座電極及びp補助電極を合金化するための熱処理は酸素を含むガス中において行うことが好ましい。このとき、酸素を含むガスとしては、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、NO、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>、又は、H<sub>2</sub>Oの少なくとも1種又はこれらの混合ガスを用いることができる。又は、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、NO、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>、又は、H<sub>2</sub>Oの少なくとも1種と不活性ガスとの混合ガス、又は、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、NO、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>、又は、H<sub>2</sub>Oの混合ガスと不活性ガスとの混合ガスを用いることができる。要するに酸素を含むガスは、酸素原子、酸素原子を有する分子のガスの意味である。熱処理時の雰囲気圧力は、熱処理温度において、窒化ガリウム系化合物半導体が熱分解しない圧力以上であれば良い。酸素を含むガスは、O<sub>2</sub>ガスだけを用いた場合には、窒化ガリウム系化合物半導体の分解圧以上の圧力で導入すれば良く、他の不活性ガスと混合した状態で用いた場合には、全ガスを窒化ガリウム系化合物半導体の分解圧以上の圧力とし、O<sub>2</sub>ガスは全ガスに対して10<sup>-6</sup>程度以上の割合を有しておれば十分である。要するに、酸素を含むガスは極微量存在すれば十分である。尚、酸素を含むガスの導入量の上限値は、p型低抵抗化及び電極合金化の特性からは、特に、制限されるものではない。要は、製造が可能である範囲まで使用できる。熱処理に関しては、最も望ましくは、500~600℃である。500℃以上の温度で、抵抗率が完全に飽和した低抵抗のp型窒化ガリウム系化合物半導体を得ることができる。又、600℃以下の温度において、電極の合金化処理を良好に行うことができる。又、望ましい温度範囲は、450~650℃である。p台座電極、p補助電極、透光性電極の形成材料及び熱処理条件については、特開平9-320984号公報、特開平10-209493号公報を参照されたい。

【0022】この明細書において、III族窒化物系化合物半導体は一般式としてAl<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>In<sub>1-x-y</sub>N(0≤x≤1, 0≤y≤1, 0≤x+y≤1)で表され、AlN、GaN及びInNのいわゆる2元系、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N、Al<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>N及びGa<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>N(以上において0<x<1)のいわゆる3元系を包含する。III族元素の一部をボロン(B)、タリウム(Tl)等で置換しても良く、また、窒素(N)の一部もリン(P)、ヒ素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)等で置換できる。III族窒化物系化合物半導体層は任意のドーパントを含むものであっても良い。n型不純物として、Si、Ge、Se、Te、C等を用いることができる。p型不純物として、Mg、Zn、Be、Ca、Sr、Ba等を用いることができる。なお、p型不純物をドーブした後にIII族窒化物系化合物

物半導体を電子線照射、フッ素マシ照射若しくは炉による加熱にさらすことも可能である。III族窒化物系化合物半導体層の形成方法は特に限定されないが、有機金属気相成長法（MOCVD法）のほか、周知の分子線結晶成長法（MBE法）、ハライド気相成長法（HVPE法）、スパッタ法、イオンプレーティング法、電子シャワー法等によっても形成することができる。ここにIII族窒化物系化合物半導体素子には、発光ダイオード、受光ダイオード、レーザダイオード、太陽電池等の光素子の他、整流器、サイリスタ及びトランジスタ等のバイポーラ素子、FET等のユニポーラ素子並びにマイクロウェーブ素子などの電子デバイスを挙げられる。また、これらの素子の中間体としての積層体にも本発明は適用さ\*

層	組成	ドーパント	(膜厚)
保護膜 14	$\text{SiO}_2$		(0.3 $\mu\text{m}$ )
透光性電極 6	$\text{Au}(6\text{nm})/\text{Co}(1.5\text{nm})$		
p型クラッド層 5	p-GaN:Mg		(0.3 $\mu\text{m}$ )
発光層 4	超格子構造		
量子井戸層	In <sub>0.15</sub> Ga <sub>0.85</sub> N		(3.5nm)
バリア層	GaN		(3.5nm)
量子井戸層とバリア層の繰り返し数：1~10			
n型クラッド層 3	n-GaN:Si		(4 $\mu\text{m}$ )
AlNバッファ層 2	AlN		(60nm)
基板 1	サファイア (a面)		(300 $\mu\text{m}$ )

【0025】n型クラッド層3は発光層4側の低電子濃度n-層とバッファ層2側の高電子濃度n+層とからなる2層構造とすることができる。後者はn型コンタクト層と呼ばれる。発光層4は超格子構造のものに限定されない。発光素子の構成としてはシングルヘテロ型、ダブルヘテロ型及びホモ接合型のものなどを用いることができる。発光層4とp型クラッド層5との間にマグネシウム等のアクセプタをドーパしたバンドギャップの広いII族窒化物系化合物半導体層を介在させることもできる。これは発光層4中に注入された電子がp型クラッド層5に拡散するのを防止するためである。p型クラッド層5を発光層4側の低ホール濃度p-層と電極側の高ホール濃度p+層とからなる2層構造とすることができる。後者はp型コンタクト層と呼ばれる。上記構成の発光ダイオードにおいて、各III族窒化物系化合物半導体層は一般的な条件でMOCVDを実行して形成する。

【0026】次に、マスクを形成してp型クラッド層5、活性層4及びn型クラッド層3の一部を反応性イオンエッチングにより除去し、n電極9を形成すべきn電極形成面11を表出させる。

【0027】ウエハの全面に、蒸着装置にて、Co層(1.5nm)とAu層(60nm)を順次積層する。次に、フォトリソグラフィにより、n電極形成面11及びその周囲からほぼ10 $\mu\text{m}$ 幅の部分(クリアランス領域13)でフォトリソグラフィを除去して、エッチングによりその部分の透光性

S接合、PIN接合やpn接合を有したホモ構造、ヘテロ構造若しくはダブルヘテロ構造のものを用いることができる。発光層として量子井戸構造(単一量子井戸構造若しくは多重量子井戸構造)を採用することもできる。

【0023】

【実施例】以下、この発明の実施例について説明する。実施例は発光ダイオード10であり、その構成を図1に示す。なお、図1は層の構成を説明するための図であり、各層の厚さや幅のプロポーシオンを正確に反映するものではない。

【0024】

電極形成材料を除去し、半導体層を露出させる。その後、フォトリソグラフィを除去する。次に、リフトオフ法により、V層(17.5nm)、Au層(1.5 $\mu\text{m}$ )及びAl層(10nm)を順次蒸着積層してp台座電極7及びp補助電極7(p電極7)とする。バナジウムとアルミニウムとからなるn電極9も同様にリフトオフ法により形成される。

【0028】上記のようにして得られた試料を加熱炉に入れ、炉内を1Pa以下にまで排気し、その後10数PaまでO<sub>2</sub>を供給する。そして、その状態で炉の温度を550℃に設定して、4分間程度、熱処理する。これにより、透光性電極6とp台座電極及びp補助電極とはそれぞれの材料が合金化されるとともに、両者は結合してp電極となる。本発明者らの検討によれば、p台座電極及びp補助電極の直下において電流はp型クラッド層へほとんど注入されていない。これは、p台座電極及びp補助電極の直下において透光性電極を構成するAu/Co蒸着層に上述したような分布の反転が生じないためにコンタクト抵抗が比較的高くなっているためであると予想される。したがって、p台座電極及びp補助電極の周面と透光性電極6との界面が両者の有効な電氣的接続面となる。即ち、p台座電極に印加された電流はp台座電極及びp補助電極の周面より透光性電極へ流れ、ここで全面に拡散されてp型半導体層の全面へ均等に注入される。p台座電極上のワイヤーボンディング等を施す領域並びにn電極上面及びその周縁部以外のほぼ全面にかけ



て絶縁性でかつ透光性の保護膜14（酸化シリコン、窒化シリコン、酸化チタン、酸化アルミニウム等）が被覆される。保護膜14の形成方法にはスパッタ法或いはCVD法を採用できる。

【0029】このようにして得られた発光素子10の電極配置の一例を図2～図11に示した。図2において、符号16は透光性電極、符号17はp台座電極、符号18はp補助電極を示す。p補助電極18はp台座電極17と一体的に形成されている。p台座電極17は一の辺の中央に配置されており、このp台座電極17を中心にしてp補助電極18は上向きE字形状である。符号15は保護膜の見切りラインである。n台座電極19はp台座電極17の対向する辺のはば中央に形成されている。n補助電極20はn台座電極19と一体的に形成されている。n補助電極20はn台座電極を中心として下向きコ字形状であり、n補助電極20はp補助電極18と平行にかつくし状に配置されている。符号21はn電極形成面、符号22はダイシングのために表出した基板材料面である。保護膜24は図7において斜線で示してある。この素子は一辺の長さが1000 $\mu$ mの正方形である。

【0030】他の発光素子23の電極配置例を図12～図20に示した。図12において、符号26は透光性電極、符号27はp台座電極、符号28はp補助電極を示す。p補助電極28はp台座電極27と一体的に形成されている。p台座電極27は一の辺の中央に配置されており、このp台座電極27を中心にしてp補助電極28は上向きコ字形状である。符号25は保護膜の見切りラインである。n台座電極29はp台座電極27の対向する辺のはば中央に形成されている。n補助電極30はn台座電極29と一体的に形成されている。n補助電極30はn台座電極からp台座電極27に向けて延出されている。符号31はn電極形成面、符号32はダイシングのために表出した基板材料面である。保護膜34は図17において斜線で示してある。この素子は一辺の長さが600 $\mu$ mの正方形である。

【0031】他の発光素子33の電極配置例を図21～図30に示した。図21において、符号36は透光性電極、符号37はp台座電極、符号38はp補助電極を示す。p補助電極38はp台座電極37と一体的に形成されている。p台座電極37は一の辺の両端にそれぞれ配置されており、p補助電極28は上向きE字形状である。符号35は保護膜の見切りラインである。n台座電極39はp台座電極37の対向する辺に形成されている。n補助電極40はn台座電極39と一体的に形成されている。n補助電極40は下向きコ字形状であり、n補助電極40の付け根部分にn台座電極39が配置されている。n補助電極40はp補助電極38と平行にかつくし状に配置されている。符号41はn電極形成面、符号42はダイシングのために表出した基板材料面であ

る。保護膜34は図26において斜線で示してある。この素子は一辺の長さが1000 $\mu$ mの正方形である。

【0032】他の発光素子43の電極配置例を図31に示した。図31において、符号46は透光性電極、符号47はp台座電極、符号48はp補助電極を示す。p補助電極48はp台座電極47と一体的に形成されている。p台座電極47は対向する角部に配置されており、p補助電極48は各p台座電極47、47から図中素子の上辺及び左側辺にそって形成されている。符号45は保護膜の見切りラインである。n台座電極49は素子の一つの角部に形成されている。n補助電極50はn台座電極49と一体的に形成されている。n補助電極50はn台座電極49から素子の中央部分に向けて形成され、対向する角部の近くまで伸びている。符号51はn電極形成面、符号52はダイシングのために表出した基板材料面である。この素子は一辺の長さが800 $\mu$ mの正方形である。

【0033】図32に図31の変形態様を示した。図32の素子43-1では、n補助電極50-1に枝50-2、50-3が形成されている。各枝50-2、50-3はそれぞれp台座電極47、47に向けて伸びている。図32において、図31と同一の要素には同一の符号を附してその説明を省略する。

【0034】他の発光素子53の電極配置例を図33に示した。図33において、符号56は透光性電極、符号57はp台座電極、符号58はp補助電極を示す。p補助電極58はp台座電極57と一体的に形成されている。p台座電極57は対向する角部に配置されており、p補助電極58は各p台座電極47、47から図中素子の上辺及び下辺にそって形成されている。符号55は保護膜の見切りラインである。n台座電極59は素子の中央部分に形成されている。n補助電極60はn台座電極59と一体的に形成されている。n補助電極60はn台座電極59からp補助電極58と平行に形成され、素子のエッジ近くまで伸びている。符号61はn電極形成面、符号62はダイシングのために表出した基板材料面である。この素子は一辺の長さが800 $\mu$ mの正方形である。

【0035】他の発光素子63の電極配置例を図34に示した。図34において、符号66は透光性電極、符号67はp台座電極を示す。この例ではp補助電極が省略されている。p台座電極67は対向する角部に配置されている。符号55は保護膜の見切りラインである。n台座電極69は素子の中央部分に形成されている。n補助電極70はn台座電極69と一体的に形成されている。n補助電極70はn台座電極69からp台座電極のない素子の角部へ向けて伸びている。符号71はn電極形成面、符号72はダイシングのために表出した基板材料面である。この素子は一辺の長さが800 $\mu$ mの正方形である。

【0036】発光素子の他の電極配置例を図35～図52に示す。これらの図例においては説明の簡素化のため、p電極とn電極（斜線で示してある）のみが示されている。図35～図52の図例においても、図34以前の図例で説明したように、透光性電極がp型半導体層のほぼ全面に貼られており、p電極は当該透光性電極の上に形成されたものである。n電極形成面や保護膜の図示も省略されているが、これらも以前の例と同様にして形成されているものである。また、以下の説明においては、単に説明の都合上のために、図面を基準にして要素の位置関係（上下左右）を規定する。これらの例の発光素子の一辺の長さも500 $\mu$ m以上である。

【0037】図35の例では、p台座電極81、81が素子のあい対向する角部に形成され、このp台座電極81、81からそれぞれ側辺にそってp補助電極82、82が形成されている。n台座電極85、85は素子における残りのあい対向する角部に形成され、このn台座電極85、85から上辺及び下辺に沿ってn補助電極86、86が形成されている。

【0038】図36の例では、p台座電極91が素子の一つの角部に形成され、このp台座電極91から素子の左辺及び下辺に沿った第1のp補助電極92と上辺に沿った第2のp補助電極93とが形成されている。n台座電極95は右辺のほぼ中央に配置され、そこからn補助電極96が素子の中央部分へ延設されている。

【0039】図37の例では、p台座電極101、101が素子の上下二つの角部に形成され、各p台座電極101、101からく字状に折れ曲がったp補助電極102、102が延設されている。n台座電極105は下側の2つの角部に形成され、各n台座電極105から左右の辺にそって第1の補助電極106、106がたちあがっている。第2の補助電極107は逆T字形であり、下辺から素子の中心を通して上辺まで達している。下辺中央からたちあがる部分はp補助電極102、102と平行となる。

【0040】図38の例では、p台座電極111は素子の中央部に形成され、これからp補助電極112、112が一対角線上に伸びている。n台座電極115、115は素子のあい対向する角部に形成される。n補助電極116、116はこの2つのn台座電極115、115を繋ぐように、素子の周辺にそって形成されている。

【0041】図39の例では、p台座電極121が左辺の中央やや下側に設けられ、これから第1のp補助電極122が左辺に沿って下って下辺に延びている。左下隅から下辺に対する挟角をほぼ30度として第2のp補助電極123が延びている。n台座電極125が右辺の中央やや上側に設けられ、これから第1のn補助電極126が右辺に沿ってたちあがり上辺に延びている。右上隅から上辺に対する挟角をほぼ30度として第2のp補助電極127が延びている。

【0042】図40の例では、p台座電極131が左辺の略中央に形成され、これから第1のp補助電極132が左辺に沿ってたち上がり上辺に延びている。上辺中央よりやや右側から下側に向けて第2のp補助電極133が直角に延びている。n台座電極135が右辺の略中央に形成され、これから第1のn補助電極136が右辺にそって下がり下辺に延びている。下辺中央よりやや左側から上側に向けて第2のn補助電極137が直角に延びている。

【0043】図41の例では、p台座電極141が左下角に形成され、これから対角線上に第1のp補助電極142が延びている。素子の中央部分において第1のp補助電極142から垂直方向に第2のp補助電極143、143が延びている。n台座電極145は素子の右上隅に形成され、これから第1のn補助電極146、146が上辺と右辺に延びている。

【0044】図42の例では、p台座電極151が素子の左下隅に形成され、これから第1のp補助電極152が左辺に沿ってたち上がり更に上辺に沿ってのびて上辺の中央やや右よりから直角に下方へ延びている。n台座電極155は素子の右上隅に形成され、これから第1のn補助電極156が右辺にそって下がり更に下辺に沿って延びて下辺中央やや左よりから直角に上方へ延びている。

【0045】図43の例では、p台座電極161が素子の左上角に形成され、これから第1のp補助電極162が上辺、右辺及び左辺の全域に延びている。n台座電極165は素子のほぼ中央に形成され、これから第1のn補助電極166、166、166、166が対角線上に延びている。

【0046】図44の例では、p台座電極171が素子の左上角に形成され、これから第1のp補助電極172、172が上辺及び左辺のそれぞれに延びている。n台座電極175は素子の右下角に形成され、これから第1のn補助電極176、176が右辺と下辺に延び、更に第2のn補助電極177が対角線上に延びている。

【0047】図45の例では、素子の左下角と右上角にp台座電極181、181が形成され、各p台座電極181、181から各辺に沿って第1のp補助電極182、182、182、182が延びている。n台座電極185、185は素子の右下角と左上角に形成され、これらを繋ぐように第1のn補助電極186が形成されている。

【0048】図46の例では、上辺両端にp台座電極191、191が形成され、これらを繋ぐように上辺にそって第1のp補助電極192が形成されている。第1のp補助電極192の中央から下方に向けて直角に第2のp補助電極193が延設される。n台座電極195、195は下辺の両端に形成されている。各n台座電極195、195から第1のn補助電極196、196が左右



両辺にそってたちあがっている。

【0049】図47の例では、p台座電極201が素子の左上角に形成され、これから第1のp補助電極が周辺部全域に形成されている。n台座電極205は素子のほぼ中央に形成されている。

【0050】図48の例では、p台座電極211、211が素子の左下角と右上角に形成されている。各p台座電極211、211より各辺に沿って第1のp補助電極212、212、212、212が延びている。n台座電極215は素子のほぼ中央に形成され、これからp台座電極のない対角線方向へ第1のn補助電極216、216が延設されている。

【0051】図49の例では、p台座電極221が素子の左上角に形成され、これから第1のp補助電極222が左辺に沿って延び、第2のp補助電極223が上辺にそってのびて上辺中央よりやや右側から下方に向かって垂直に延びている。n台座電極225は素子の右下角に形成され、これから第1のn補助電極226が右辺に沿って延び、第2のn補助電極227が下辺に沿って延びて下辺中央よりやや左側から上方に向かって直角に延びてい

10

る。

【0052】図50の例では、p台座電極231が下辺のほぼ中央に形成され、これから第1のp補助電極232が下辺にそって右側へのび更に右辺にそって上側に延びている。また、第2のp補助電極233はp台座電極231から少し左側に延びて更にそこから上方へ直角に延びている。n台座電極235は下辺のほぼ中央に形成され、これから第1のn補助電極236が上辺にそって左側へのび更に左辺にそって下側に延びている。また、第2のn補助電極237はn台座電極235から少し右

20

【0053】図51の例は素子が平面視長方形である。p台座電極241は下辺の中央よりやや左側に形成され、これから第1のp補助電極242が下辺にそって右側へのび更に右辺にそって上側に延びている。また、第2のp補助電極243はp台座電極241から少し左側に延びて更にそこから上方へ直角に延びている。n台座電極245は上辺の中央よりやや右側に形成され、これから第1のn補助電極246が上辺にそって左側へのび更に左辺にそって下側に延びている。第2のn補助電極247は第1の補助電極246から下方へ直角に延びている。第3のn補助電極248はn台座電極245かやや右側にのびて更に下方へ直角に延設される。

40

【0054】図52の例では、p台座電極251は素子の右下角に形成され、これから第1のp補助電極252、252が右辺及び下辺に沿って少し延び、更に対角線と平行に左上側に延設されている。n台座電極255は素子の左上角に形成され、これから第1のn補助電極256、256が上辺及び左辺に沿って形成されている。また、第2のn補助電極257がn台座電極255

50

から対角線上に延びて、p補助電極とくし状に、平行に配置されている。

【0055】他の発光素子303の電極配置例を図53に示した。図53において、符号306は透光性電極、符号307はp台座電極、符号308はp補助電極を示す。p補助電極308はp台座電極307と一体的に形成されている。p台座電極307は図示下辺のほぼ中央に配置されており、p補助電極308はp台座電極307の両側から下辺にそって形成されている。n台座電極309は上辺のほぼ中央に形成され、n補助電極310はn台座電極309と一体的に形成されている。n補助電極310はn台座電極309から素子の中央部分に向けてC字形状に形成され、その開口部はp台座電極307に対向している。符号311はn電極形成面、符号312はダイシングのために表出した基板材料面である。この素子は一辺の長さが1000μmの正方形である。

【0056】図54に図53の変形態様を示した。図54の素子303-1では、図53のものに比べてつぶれたC字形状のn補助電極320が採用されている。符号321はn電極形成面である。図54において、図53と同一の要素には同一の符号を附してその説明を省略する。

【0057】他の発光素子323の電極配置例を図55に示した。図55において、図53と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。この発光素子323では第2のp補助電極325がほぼ中央に配置され、第3及び第4の補助電極326及び327が、第1の補助電極308と対向する角部に形成されている。第2、3及び3の補助電極325、326、327はp台座電極307から分離されている。第2、3及び4の補助電極325、326、327の電位はそれぞれにおいてp台座電極307及び第1のp補助電極308に最も近い部分の電位で規定され、各々はその全域において同一電位となる。従って、C字形状のn補助電極310の内側に対して実質的に等距離に第2のp補助電極325が与える同一電位域が存在することとなり、n補助電極310内での電流分布がより均一になる。また、第3及び第4のp補助電極326、327をみれば、p台座電極307-第1のp補助電極308から最も遠い位置となる対向辺(図で上辺)に対して、各第3及び第4のp補助電極326、327の下端(第1のp補助電極308に最も近い部位)の電位が与えられることとなる。従って、当該上辺における電流分布を改善できる。この素子は一辺の長さが1000μmの正方形である。

【0058】他の発光素子333の電極配置例を図56に示した。図56において、図53と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。この発光素子333では第2のp台座電極336及び第3のp台座電極337がそれぞれ上辺(第1のp台座電極307と対向する辺)の両角に形成されている。当該第2及び第3の

第1、第2及び第3のp台座電極307、336、337の電位が等しくなる。従って、発光素子の333のほぼ全面に渡って均等な電流密度が得られることとなる。この素子は一辺の長さが1000 $\mu$ mの正方形である。

【0059】他の発光素子343の電極配置例を図57に示した。図57において、符号346は透光性電極、符号347は第1のp台座電極、符号348、349はp補助電極を示し、これらは一体的に形成されている。第1のp台座電極347は発光素子343の一の角に形成され、p補助電極348が下辺に沿ってその約2/3の位置まで伸びている。p補助電極349は右辺に沿ってその約2/3の位置まで伸びている。第1のp第座電極347と対向する角部に第2のp台座電極357が形成され、これからp補助電極358が一体的に形成され、上辺に沿ってそのほぼ2/3の位置まで伸びている。更に第2のp台座電極357からはp補助電極359が一体的に形成され、左辺に沿ってそのほぼ2/3の位置まで伸びている。n台座電極349はほぼ中央に形成されている。符号351はn電極形成面、符号352はダイシングのために表出した基板材料面である。

【0060】他の発光素子363の電極配置例を図58に示した。図57において図56と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。符号367は第1のp台座電極、符号368はp補助電極を示し、これらは一体的に形成されている。第1のp台座電極367は発光素子363の一の角に形成され、p補助電極368が下辺から左辺まで伸びてそのほぼ半分の位置まで達している。第1のp第座電極367と対向する角部に第2のp台座電極377形成され、これからp補助電極378が一体的に形成され、上辺から右辺まで伸びてそのほぼ半分の位置まで達している。

【0061】この発明は、上記発明の実施の形態及び実施例の説明に何ら限定されるものではない。特許請求の範囲の記載を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

【0062】以下、次の事項を開示する。

11 素子を平面から見たとき、n台座電極からn補助電極が該素子の中央部分へ延長されている、ことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体素子。

12 前記素子は平面から見たとき矩形であり、一辺の長さが500 $\mu$ m以上である、ことを特徴とする11に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

13 前記素子は、透光性電極と、p台座電極及び該p台座電極から延長したp補助電極を備えてなるp電極を有する、ことを特徴とする11又は12に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

14 前記透光性電極の任意の点と前記p台座電極又はp補助電極との距離が0～1000 $\mu$ mの範囲内にあ

物半導体素子。

15 前記n補助電極と前記p補助電極とがくし状に配置されている、ことを特徴とする13又は14に記載のIII族窒化物系化合物半導体。

16 前記n補助電極と前記p補助電極とは相互に平行に配置される部分を含む、ことを特徴とする13～15のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

17 前記n台座電極が複数配置され、前記p台座電極が複数配置されている、ことを特徴とする13～16のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

18 発光素子構造若しくは受光素子構造を有する、ことを特徴とする11～17のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

21 透光性電極の任意の点とp台座電極又はp補助電極との距離が0～1000 $\mu$ mの範囲内にある、ことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体素子。

22 前記素子は平面から見たとき矩形であり、一辺の長さが500 $\mu$ m以上である、ことを特徴とする21に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

23 前記n補助電極と前記p補助電極とがくし状に配置されている、ことを特徴とする21又は22のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体。

24 前記n補助電極と前記p補助電極とは相互に平行に配置される部分を含む、ことを特徴とする21～23のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

25 前記n台座電極が複数配置され、前記p台座電極が複数配置されている、ことを特徴とする21～24のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

26 発光素子構造若しくは受光素子構造を有する、ことを特徴とする21～25のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

31 n台座電極及びn補助電極を有するn電極と、透光性電極と、p台座電極及びp補助電極を有するp電極と、を備えてなり、素子を平面から見たとき、前記n補助電極と前記p補助電極とがくし状に配置されている、ことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体。

32 前記素子は平面から見たとき矩形であり、一辺の長さが500 $\mu$ m以上である、ことを特徴とする31に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

33 前記n台座電極が複数配置され、前記p台座電極が複数配置されている、ことを特徴とする31又は32に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

34 発光素子構造若しくは受光素子構造を有する、ことを特徴とする31～33のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

41 n台座電極及びn補助電極を有するn電極と、透光性電極と、p台座電極及びp補助電極を有するp電極と、を備えてなり、素子を平面から見たとき、前記n補助電極と前記p補助電極は相互に平行に配置される部分

を含む、ことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体。

42 前記素子は平面からみたとき矩形であり、一の辺の長さが500 $\mu$ m以上である、ことを特徴とする41に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

43 前記n台座電極が複数配置され、前記p台座電極が複数配置されている、ことを特徴とする41又は42に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

44 発光素子構造若しくは受光素子構造を有する、ことを特徴とする41～43のいずれかに記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。 10

51 前記素子は平面からみたとき矩形でありかつ一の辺の長さが500 $\mu$ m以上であり、複数のn台座電極と複数のp台座電極を備える、ことを特徴とするIII族窒化物系化合物半導体素子。

52 第1の辺に2つのn台座電極が配置され、該第1の辺に対向する第2の辺に2つのp台座電極が配置され、前記n台座電極からはn補助電極が延長され、前記p台座電極からはp補助電極が延長される、ことを特徴とする51に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。 20

53 発光素子構造若しくは受光素子構造を有する、ことを特徴とする51又は52に記載のIII族窒化物系化合物半導体素子。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1はこの発明の実施例の発光素子の層構成を説明する。

【図2】図2は実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図3】図3は同正面図である。

【図4】図4は同背面図である。 30

【図5】図5は同左側（右側）側面図である。

【図6】図6は同底面図である。

【図7】図7は透明な部分（透明電極）を示す参考平面図である。

【図8】図8は図2におけるA-A線拡大一部省略断面図である。

【図9】図9は図2におけるB-B線拡大一部省略断面図である。

【図10】図10は図2におけるC-C線拡大断面図である。 40

【図11】図11は図2におけるD-D線拡大断面図である。

【図12】図12は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図13】図13は同正面図である。

【図14】図14は同背面図である。

【図15】図15は同左側（右側）側面図である。

【図16】図16は同底面図である。

【図17】図17は透明な部分（透明電極）を示す参考平面図である。 50

【図18】図18は図12におけるA-A線拡大一部省略断面図である。

【図19】図19は図12におけるB-B線拡大一部省略断面図である。

【図20】図20は図12におけるC-C線拡大断面図である。

【図21】図21は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図22】図22は同正面図である。

【図23】図23は同背面図である。

【図24】図24は同左側（右側）側面図である。

【図25】図25は同底面図である。

【図26】図26は透明な部分（透明電極）を示す参考平面図である。

【図27】図27は図21におけるA-A線拡大一部省略断面図である。

【図28】図28は図21におけるB-B線拡大一部省略断面図である。

【図29】図29は図21におけるC-C線拡大断面図である。

【図30】図30は図21におけるD-D線拡大断面図である。

【図31】図31は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図32】図32は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図33】図33は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図34】図34は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。 30

【図35】図35は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図36】図36は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図37】図37は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図38】図38は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図39】図39は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。 40

【図40】図40は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図41】図41は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図42】図42は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図43】図43は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図44】図44は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。 50

【図45】図45は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図46】図46は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図47】図47は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図48】図48は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図49】図49は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図50】図50は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図51】図51は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図52】図52は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図53】図53は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図54】図54は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図55】図55は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図56】図56は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

【図57】図57は他の実施例の発光素子の電極配置例を示す平面図である。

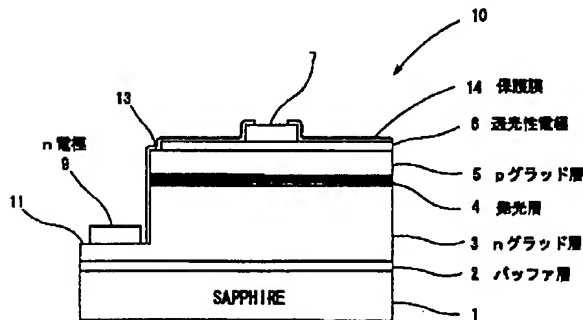
【図58】図58は他の実施例の発光素子の電極配置例\*

\*を示す平面図である。

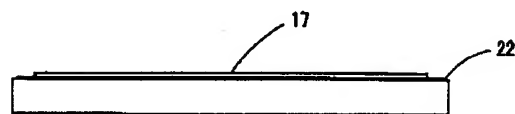
【符号の説明】

10、23、33、43、43-1、53、63、303、303-1 発光素子  
6、16、26、36、46、56、66、306 透光性電極  
7 p電極  
9 n電極  
17、27、37、47、57、81、91、101、111、121、131、141、151、161、171、181、191、201、211、221、231、241、251 p台座電極  
18、28、38、48、58、82、92、93、102、112、122、123、132、133、142、143、152、166、172、182、192、193、202、212、222、223、233、232、242、242 252 p補助電極  
19、29、39、49、59、85、95、105、115、125、135、145、155、165、175、185、195、205、215、225、235、245、255 n台座電極  
20、30、40、50、60、70、86、96、106、107、116、126、127、136、137、146、156、166、176、186、196、216、226、227、236、237、246、247、248、256、310、320 n補助電極

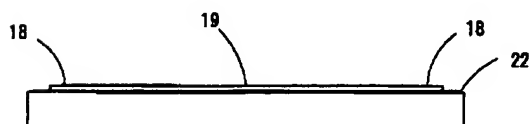
【図1】



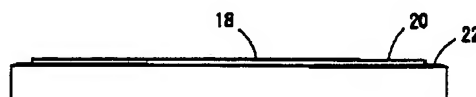
【図3】



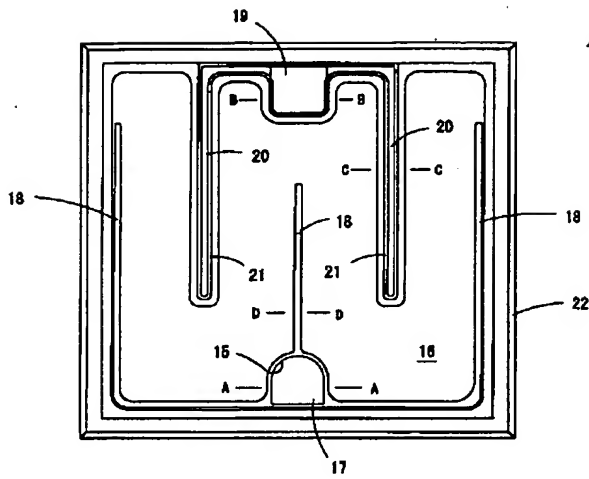
【図4】



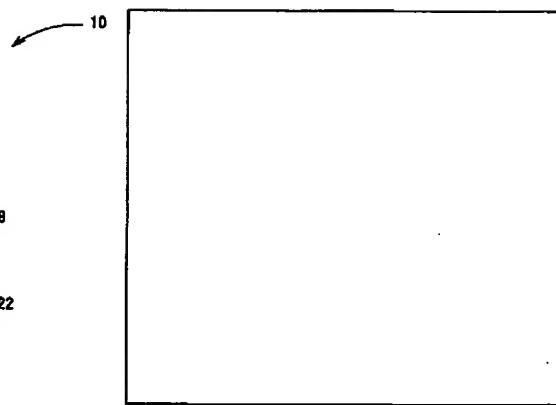
【図5】



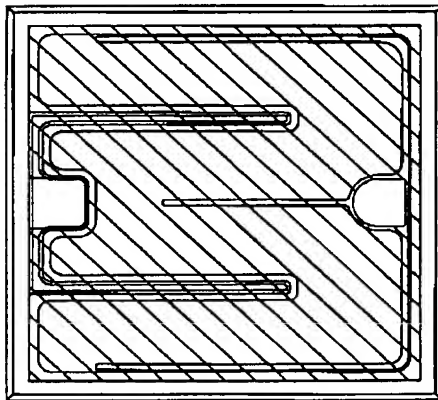
【図2】



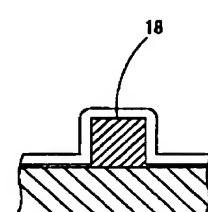
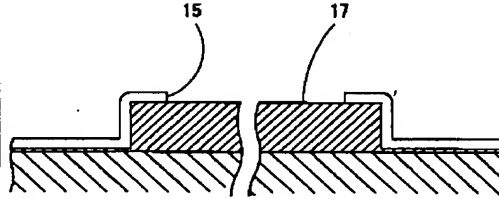
【図6】



【図7】

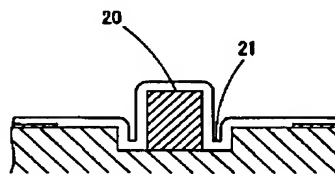


【図8】

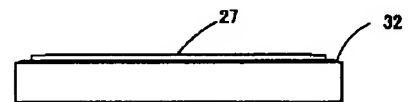


【図11】

【図10】

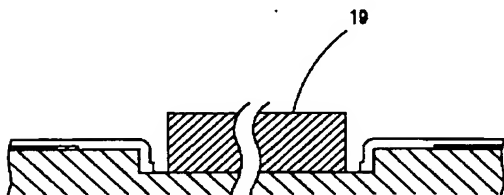


【図13】

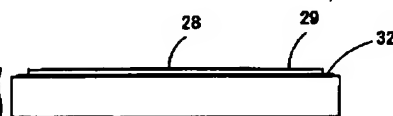


【図16】

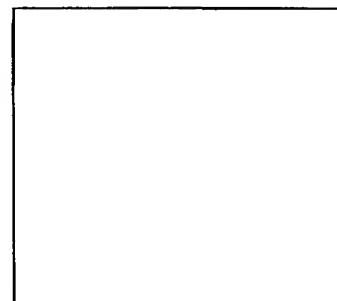
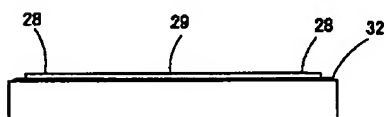
【図9】



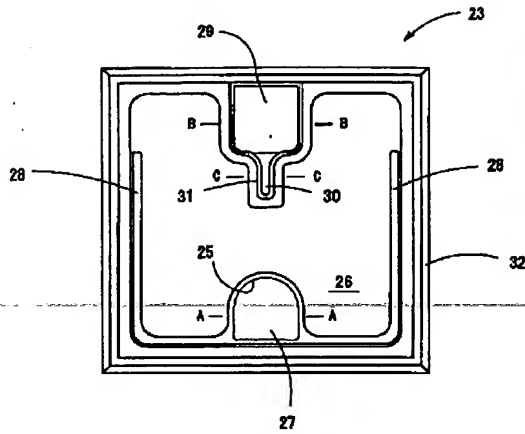
【図15】



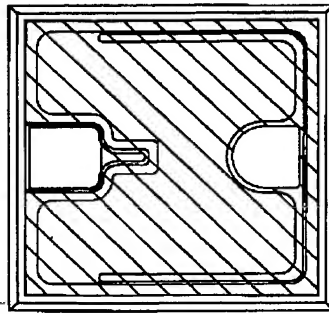
【図14】



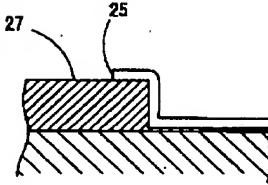
【図12】



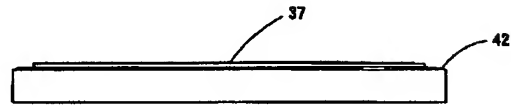
【図17】



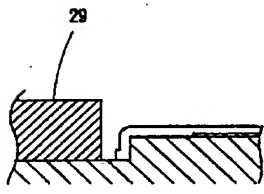
【図18】



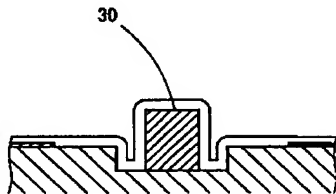
【図22】



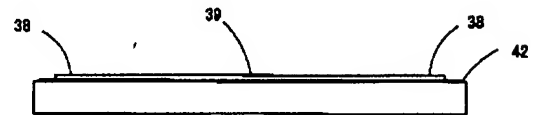
【図19】



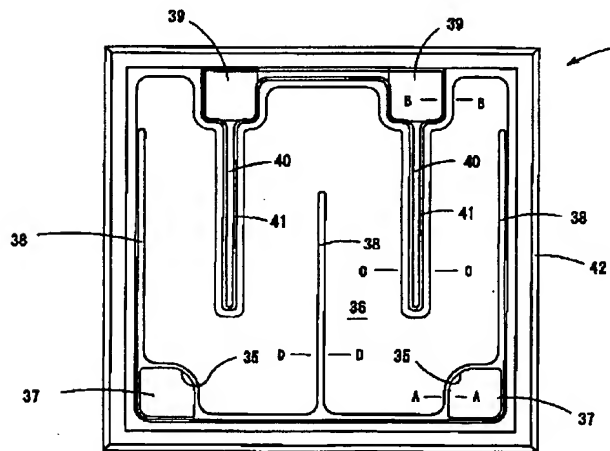
【図20】



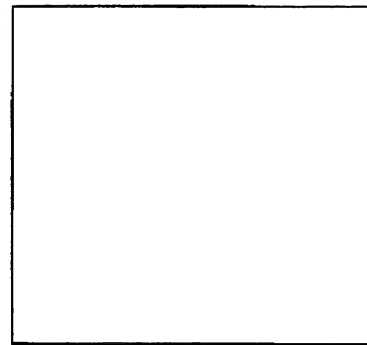
【図23】



【図21】

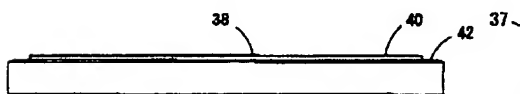


【図25】

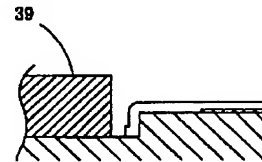
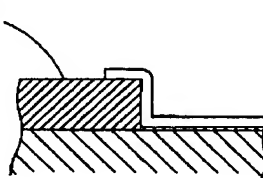


【図28】

【図24】

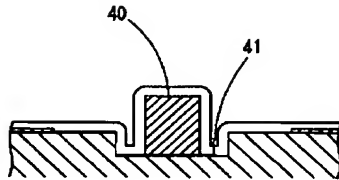
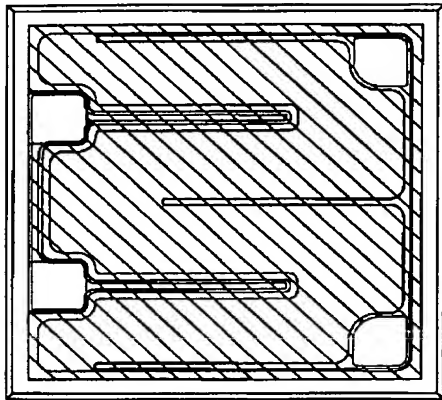


【図27】

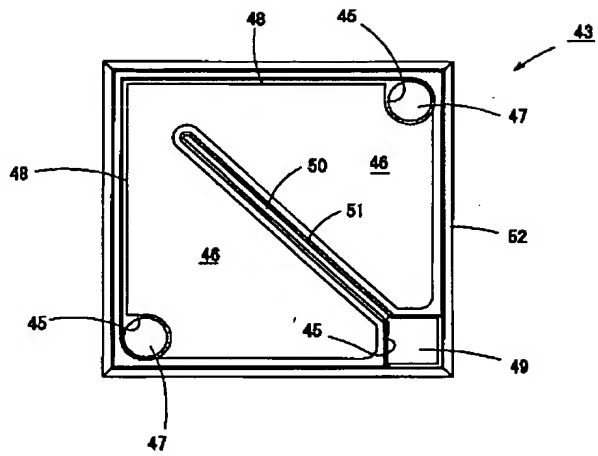


【図26】

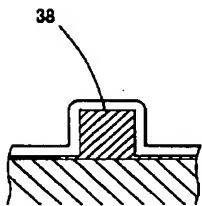
【図29】



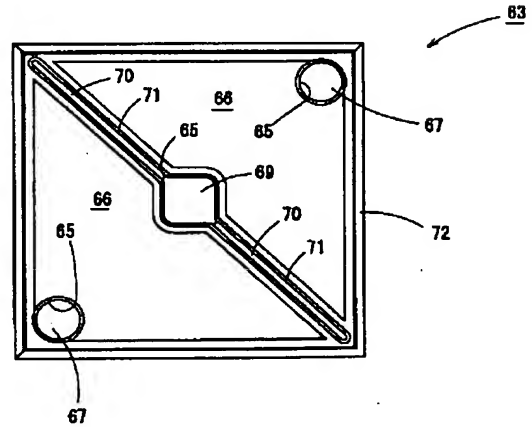
【図31】



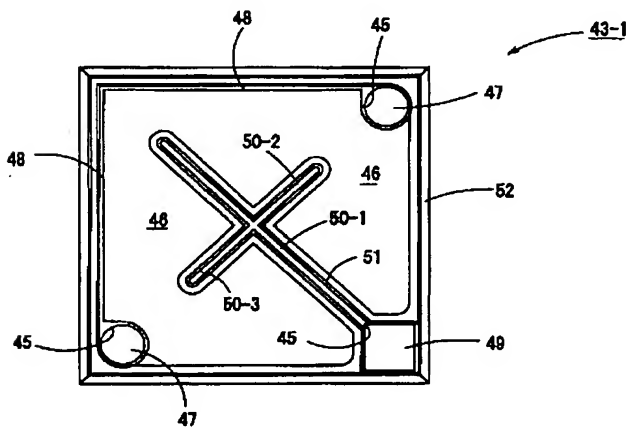
【図30】



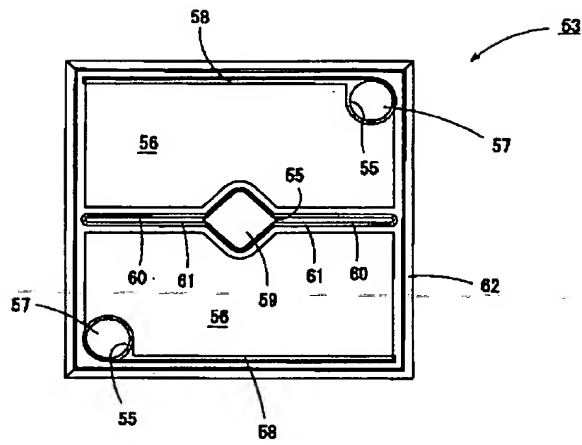
【図34】



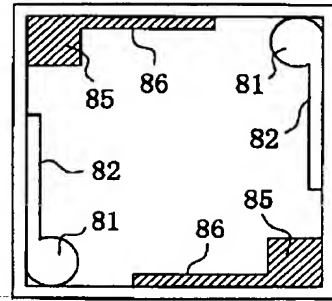
【図32】



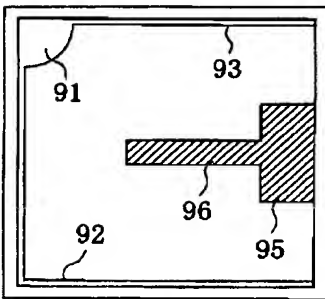
【図33】



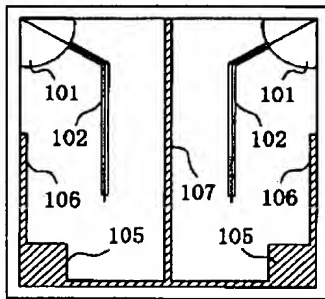
【図35】



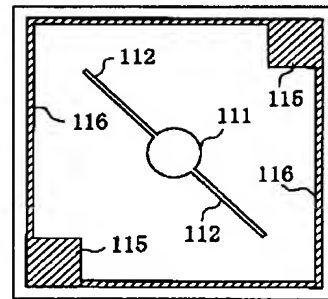
【図36】



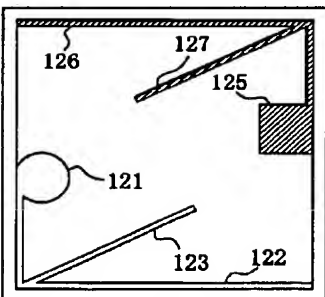
【図37】



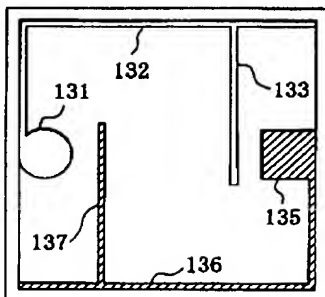
【図38】



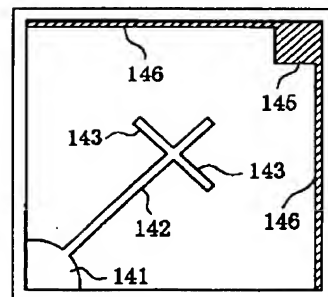
【図39】



【図40】

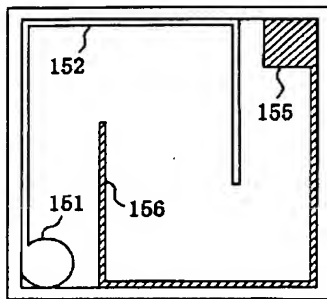


【図41】

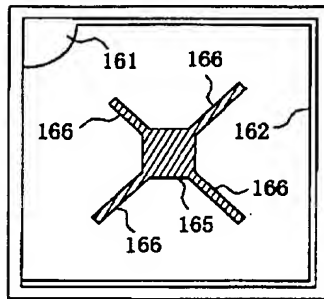




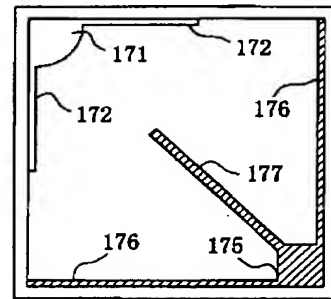
【図42】



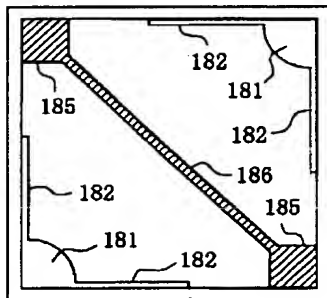
【図43】



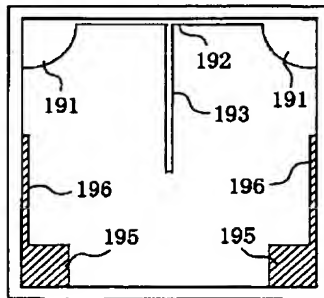
【図44】



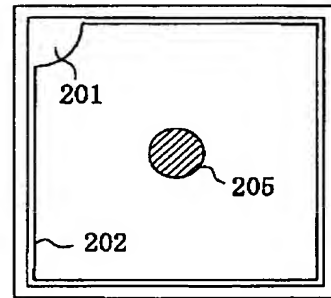
【図45】



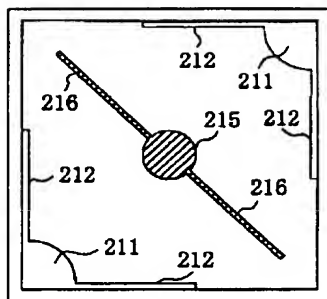
【図46】



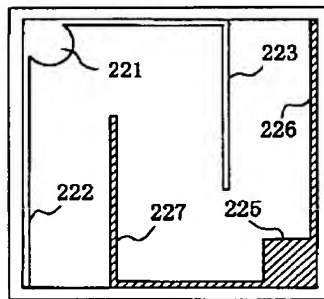
【図47】



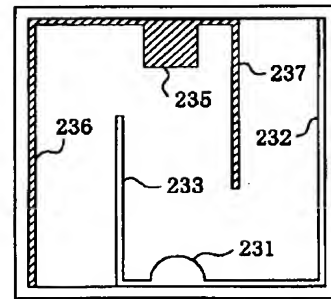
【図48】



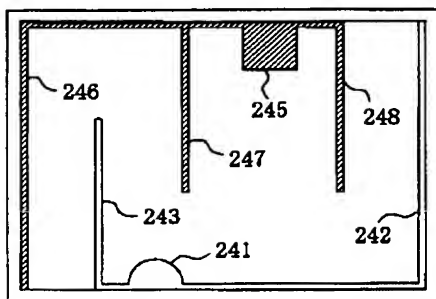
【図49】



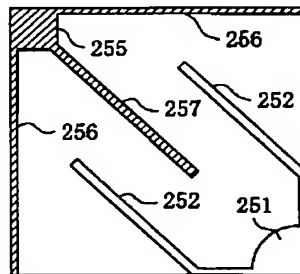
【図50】



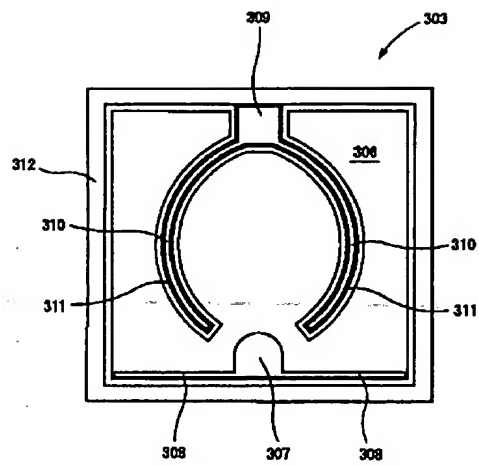
【図51】



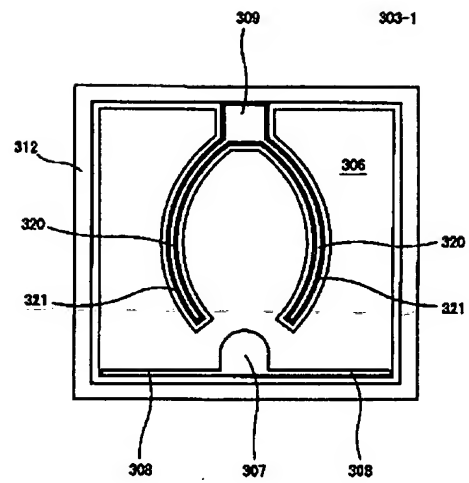
【図52】



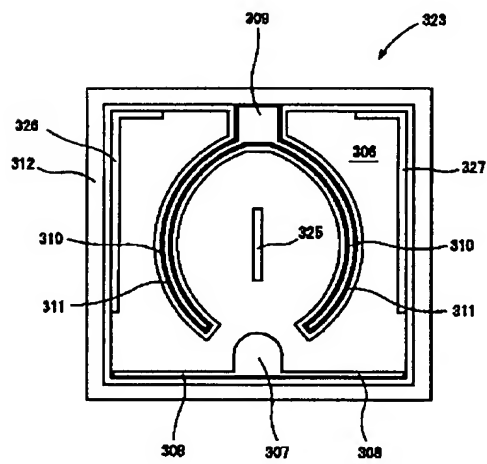
【図53】



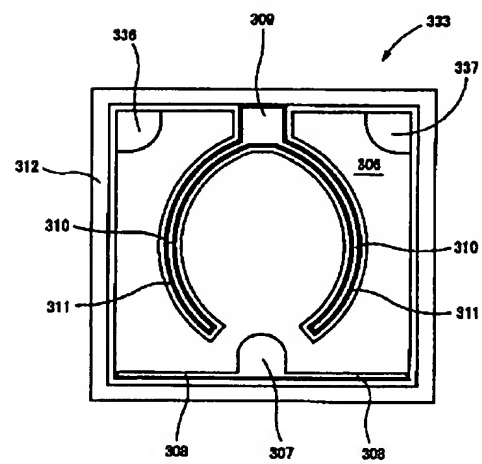
【図54】



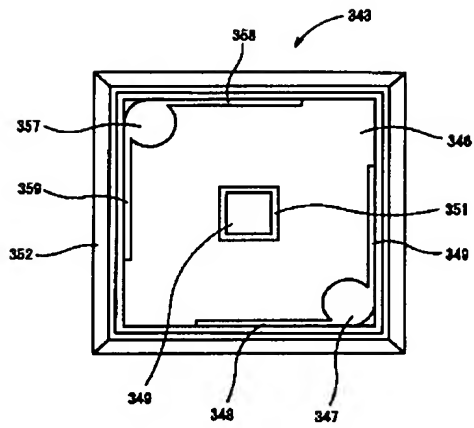
【図55】



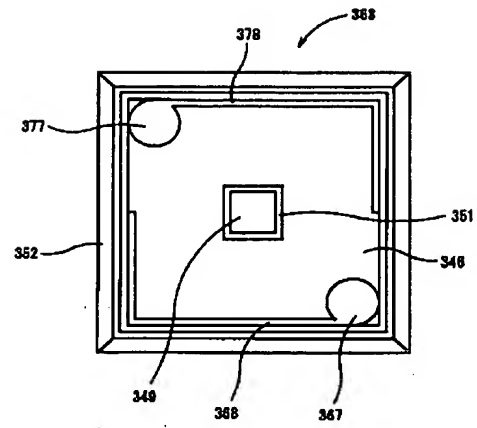
【図56】



【図57】



【図58】



フロントページの続き

(72)発明者 太田 光一  
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1  
番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 長坂 尚久  
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1  
番地 豊田合成株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**